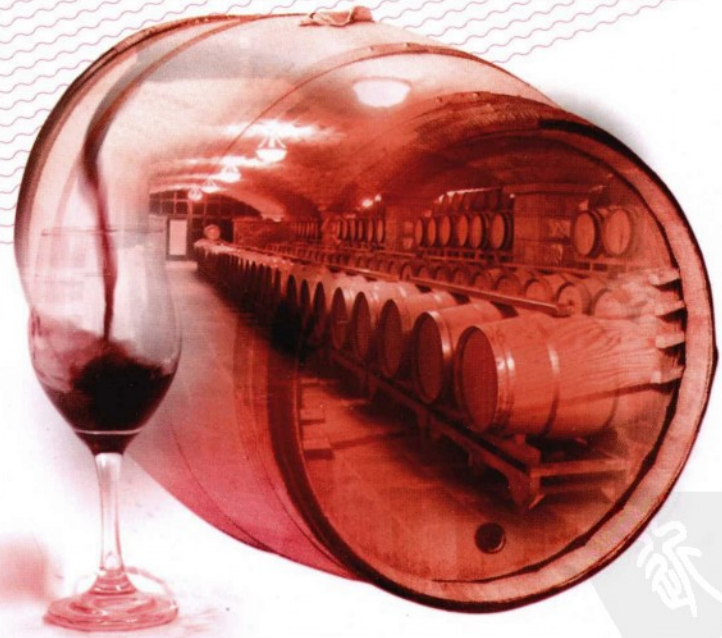
橡木桶
Oak barrels
葡萄酒的摇篮
The cradle of wine

李记明 编著



中国轻工业出版社



Oak barrels
The cradle of wine

上架建议：酿造
ISBN 978-7-5019-7137-4
9 787501 971374 >
定价：25.00元

橡木桶

——葡萄酒的摇篮

李记明　编著

中国轻工业出版社

图书在版编目（CIP）数据

橡木桶：葡萄酒的摇篮/李记明编著. —北京：中国轻工业出版社，2010.1

ISBN 978-7-5019-7137-4

Ⅰ.①橡… Ⅱ.①李… Ⅲ.①酿造设备－基本知识 Ⅳ.①TS261.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 169578 号

责任编辑：江　娟
策划编辑：江　娟　　责任终审：唐是雯　　封面设计：锋尚设计
版式设计：王超男　　责任校对：郎静瀛　　责任监印：马金路

出版发行：中国轻工业出版社（北京东长安街 6 号，邮编：100740）
印　　刷：三河市世纪兴源印刷有限公司
经　　销：各地新华书店
版　　次：2010 年 1 月第 1 版第 1 次印刷
开　　本：720×1000　1/16　印张：10.5
字　　数：216 千字　插页：2
书　　号：ISBN 978-7-5019-7137-4　　定价：25.00 元
邮购电话：010-65241695　传真：65128352
发行电话：010-85119835　85119793　传真：85113293
网　　址：http://www.chlip.com.cn
Email：club@chlip.com.cn
如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换
90526K1X101ZBW

前　言

人们最早是采用动物（山羊、猪、牛等）的皮来盛放或运输液体，后来出现了泥罐。大约到5世纪末，在意大利出现用木桶盛酒。然后，木桶迅速取代泥罐，用来运输和储存葡萄酒和酒精。

17世纪以前，波尔多、北欧各国和英国是主要的商贸市场。葡萄酒发酵结束后，带酒泥装入新木桶中，通过海路运输，木桶不再回收。因此，这些地区就不断制作新木桶。后来，便出现了用225L、228L、300L、350L、500L、5000L、20t等不同容量的木桶来运输、贮藏或发酵酒。

过去，栗树、刺槐等许多树种都可用来制作木桶。由于橡树的韧性强，防水性好，易于劈开，具有良好的弯曲性及适宜的透氧性，现在，就只使用橡树制作的木桶来陈酿葡萄酒和白兰地。

进入20世纪，随着运输工具的发展，出现了用塑料、不锈钢等制成的酒罐来运酒，木桶运酒越来越少。

20世纪80年代初期，只有高档酒厂才使用橡木桶。此时，人们追求葡萄酒的新鲜和卫生，木桶成本高、卫生管理和维修保养难等缺点被放大。

近20年来，橡木桶酿造葡萄酒的优点再次受到人们的重视。橡木桶能显著改善葡萄酒的质量，已经成为优质葡萄酒陈酿所必需的容器。而白兰地的陈酿则必须在橡木桶中进行。白兰地的酒龄，是以在橡木桶中的贮藏时间来计算的。可以说，没有橡木桶，就不会有白兰地，也就无法谈白兰地的质量。

地球上最好的葡萄酒和白兰地均来源于优质原酒与高贵橡木桶的最佳结合。这种伙伴关系使得优质葡萄酒与白兰地达到最佳成熟度，获得优雅的风味和复杂性。这些特性则取决于橡木树种、橡木来源、风干、烘烤方式、橡木与酒的搭配、贮存时间等。试想想，如果没有橡木桶，葡萄酒和白兰地会是什么样？没有橡木及其对酒成熟过程典型的贡献，没有单宁、内酯，没有酒体中吸收的精巧香气，葡萄酒将是一种没有骨架的液体，一幅没有色彩的图画，一盆没有添加佐料的汤汁。所以说，橡木桶是葡萄酒的家园，是酝酿与成熟葡萄酒的摇篮。

葡萄酒，一种特别的情感资源，一种文明的助剂，现在比过去更富艺术。特定品种、特定地域、特定年份的气候变化给葡萄酒带来了独特的风格，需要适宜的橡木桶来发育和成熟，来表现其潜在质量。

葡萄酒作为一种饮料，不仅让品酒师，也让酒的爱好者及饮用者，既享受

其优雅的香气、圆润的口味，也欣赏其在佐餐过程中所带来的愉悦感。同时，葡萄酒因其魔术般的作用使饮用者的身体得到营养，精神得以滋润。

中国工业化生产葡萄酒的历史可以追溯到1892年创立的张裕酿酒公司。张裕酿酒公司在建厂之初就引进了橡木桶，并建成了当时远东地区最大的地下大酒窖。张裕百年地下大酒窖中安放的3只“亚洲桶王”记载了张裕乃至中国葡萄酒的沧桑巨变。如果说，和欧洲数百年葡萄酒发展史，和年产量500多万t的法国、意大利等葡萄酒生产大国相比，中国60多万t的葡萄酒年产量，人均不到0.5L的消费量则显得微乎其微；如果说，中国葡萄酒的酿造工艺、酿酒设备的使用已经接近世界先进水平，那么，我们对橡木及橡木桶的认识、研究与利用仍然处在初级水平。

基于上述认识，早在2002年，我就开始关注橡木与橡木桶方面的研究。几年来，我利用工作之余，广泛搜集国内外在橡木桶领域的相关资料和研究成果，并将这些成果不断应用于自己的工作实践中。随着认识的加深和知识的积累，便萌生了将这些知识介绍给大家的想法，于是便有了《橡木桶——葡萄酒的摇篮》这本书。

在本书的写作过程中，姚翠微女士提供了宝贵的资料及部分法语翻译；郭永亮先生提供了橡木桶方面的最新研究资料；著名专家王恭堂先生审阅了全书，并提出了许多修改意见；段长青、张岚岚、司合芸、陆家栋、李红娟、于英、赵荣华等提供了许多帮助，姜忠军对图片的编辑整理做出了贡献。法国圣哥安（Seguin Moreau）木桶公司和上海杰兔工贸有限公司对本书的出版给予了大力支持。在此，对提供帮助的各位专家、老师和朋友表示衷心的感谢！

在浩瀚的橡木桶知识的海洋中，撷取小小的浪花，试图将有关橡木资源，橡木桶的制作，橡木与葡萄酒的酿造，橡木桶的使用、保养、维护，橡木新技术的应用介绍给大家。而且，也力求做到既注重理论阐述，又注重实际应用，既注重基本知识的介绍，更注意吸纳国际上最新的研究成果。但是，由于作者知识水平及掌握的文献资料有限，难免有沧海一粟，以偏概全之嫌，恳切希望读者不吝赐教，予以批评指正。

李记明

2009年5月28日

目录

第一章 橡树资源 …… 1
第一节 橡树 …… 1
第二节 橡树种类 …… 4
第三节 世界橡树资源 …… 6
第四节 欧洲橡木 …… 7
第五节 法国橡木 …… 8
第六节 东欧橡木 …… 11
第七节 美国橡木 …… 12
第八节 中国橡木 …… 13
第二章 橡木与橡木桶 …… 18
第一节 橡木的结构 …… 18
第二节 橡木的成分 …… 21
第三节 橡木的纹理 …… 23
第四节 橡木桶的历史 …… 26
第五节 橡木桶的类型 …… 28
第六节 立式大罐 …… 31
第七节 卧式木桶 …… 33
第三章 橡木桶制作 …… 35
第一节 原木选择 …… 35
第二节 木板切割 …… 37
第三节 风干与干燥 …… 39
第四节 短截与组装 …… 42
第五节 紧固与烘烤 …… 42
第六节 安装桶底 …… 44

第七节 橡木桶成型 …… 45
第八节 橡木桶的更新与发展 …… 48
第四章 橡木桶与红葡萄酒陈酿 …… 51
第一节 红葡萄酒酿造工艺 …… 51
第二节 橡木桶陈酿的作用 …… 55
第三节 氧化－还原反应 …… 55
第四节 木桶化合物的提取 …… 57
第五节 橡木来源对红葡萄酒的影响 …… 59
第六节 风干条件对红葡萄酒的影响 …… 61
第七节 木桶烘烤对红葡萄酒质量的影响 …… 66
第八节 葡萄酒与橡木桶的搭配 …… 70
第九节 橡木香气 …… 73
第五章 橡木桶与干白葡萄酒酿造 …… 78
第一节 干白葡萄酒酿造工艺 …… 78
第二节 酒精发酵 …… 79
第三节 苹果酸－乳酸发酵 …… 80
第四节 橡木桶发酵与陈酿 …… 81
第五节 酵母成分及作用 …… 84
第六节 酒泥与氧化还原 …… 85
第七节 橡木挥发物的转化 …… 85
第八节 挥发性硫化物的转化 …… 86
第九节 干白葡萄酒的大容器陈酿 …… 87
第六章 橡木桶与白兰地陈酿 …… 88
第一节 白兰地的种类 …… 88
第二节 白兰地酿造工艺 …… 88
第三节 白兰地的成分 …… 89
第四节 白兰地的成熟与陈酿 …… 90
第五节 白兰地陈酿过程中成分的变化 …… 91
第六节 白兰地的感官特征 …… 98
第七节 白兰地的勾兑与调配 …… 103

第七章 橡木桶的选购 …… 106
第一节 橡木桶的选择 …… 106
第二节 新木桶的购买 …… 109
第三节 合同规范的建立 …… 111
第四节 二手木桶的购买 …… 114
第五节 橡木桶的接收 …… 115
第六节 木桶制造商的可追溯性 …… 116
第八章 橡木桶的使用 …… 117
第一节 橡木桶前处理 …… 117
第二节 葡萄酒入桶 …… 118
第三节 红葡萄酒的陈酿 …… 120
第四节 白葡萄酒的陈酿 …… 124
第五节 贵腐葡萄酒的陈酿 …… 125
第六节 白兰地的陈酿 …… 126
第七节 橡木桶的清洁与消毒 …… 127
第八节 橡木桶贮酒的微生物风险 …… 127
第九节 陈酿过程中的质量控制 …… 129
第九章 酒窖与橡木桶的维护 …… 131
第一节 酒窖的设计 …… 131
第二节 酒窖的内部设施 …… 131
第三节 酒窖的卫生控制 …… 137
第四节 空桶的存放 …… 140
第五节 木桶陈酿葡萄酒的成本估算 …… 143
第十章 橡木制品与微氧技术应用 …… 145
第一节 橡木制品的作用 …… 145
第二节 橡木制品的选择 …… 147
第三节 常用的橡木制品 …… 148
第四节 酿酒用单宁 …… 150
第五节 微氧酿造技术 …… 152

第六节　影响微氧作用的因素 …… 153
第七节　微氧处理时期 …… 156
第八节　微氧装置 …… 157
参考文献 …… 160

145
147 ……
148 ……
150 ……
152 ……

第一章　橡树资源

第一节　橡　　树

大约在6500万年前，橡树在地球上出现。和恐龙不同的是，橡树目前仍然保留并且在继续生长。化石显示橡树的生命快速多样化，而且，在白垩纪结束，被子植物的主导地位提高。橡树是典型的被子植物，即植物种子诞生受一层种皮保护。和更早的植物生命相比，它的授粉作用得到改善，种子可以自由传播。这种植物、动物和昆虫之间的密切作用导致了在世界范围内植物的多样性不断增加，有助于被子植物在植物界占完全控制地位（图1－1）。

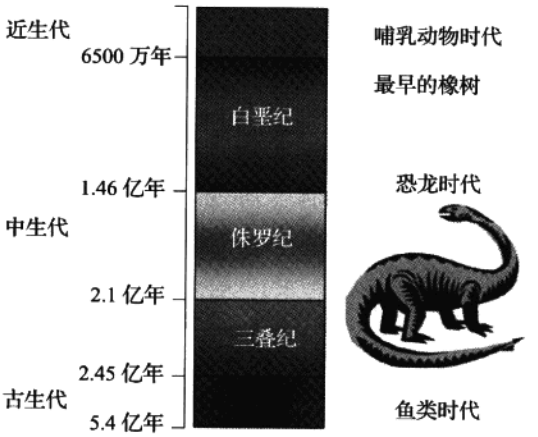


图1－1　橡树的起源

橡树，又称栎树，属于壳斗科（Fagaceae）栎属（*Quercus* L.）。栎属植物广泛分布于北半球的温带，包括亚洲、欧洲、北美洲和非洲北部。栎属的现代分布中心在印度支那植物区（包括印度、中国西南部、越南以东），这个分布中心是栎属的起源地，加勒比植物区是栎属的次生分布中心。古新世早期，在上述起源地，栎属起源于三棱栎。栎属起源以后分化出青冈亚属和栎亚属，前者分布于东亚、东南亚，后者广泛分布于北温带。栎亚属形成以后，分化出高山栎组和巴东栎组两个原始类群，并通过巴东栎－子栎的路线演化出落叶栎类。北美的栎类有两个来源，一是通过高山栎、冬青栎演化而成；另一类群源于欧亚的落叶栎类。

栎属的分类见图1－2。

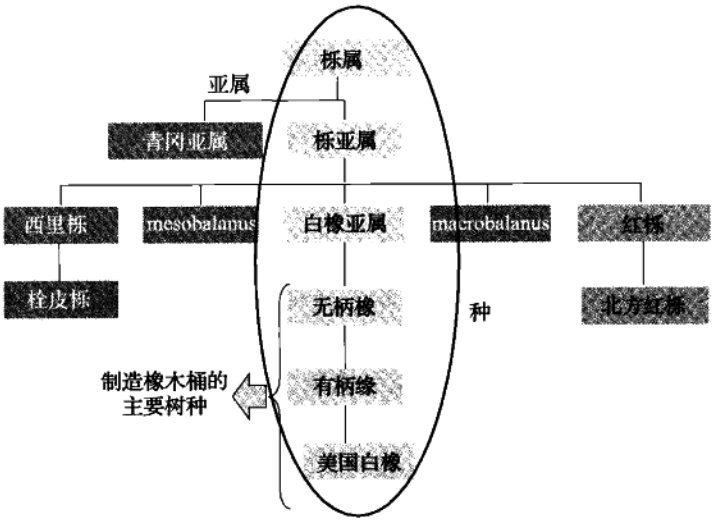


图 1－2　栎属的分类

栎属首先由林奈提出，1867 年，Oersted 将该属中的青冈类植物独立成青冈属（*Cyclobalanopsis Oerst*）。A. camus 将栎属分为两个亚属，栎亚属（Subgenus. *Uquercus*）和青冈亚属（Subgenus. *Cyclobalanopsis*）。也有学者主张将原来的栎属分为三个亚属，即青冈亚属（Subgenus. *Cyclobalanopsis*）、红橡亚属（Subgenus. *Cyclobalanopsis*）和白橡亚属（Subgenus. *Lepidobalanus*）。我国学者多数认同将青冈亚属独立成属。

栎属植物中，以落叶栎为主，如麻栎、欧洲夏橡等，也有常绿栎、半常绿栎，如绿橡、刺叶橡等。二者的明显区别是落叶栎为环孔材，而常绿栎为辐射孔材，后者制成的容器不能贮存液体。落叶栎又分白栎（*Leucobalanus* group）和红栎（*Erythrobalanus* group）两大类。美洲红栎种类丰富，如美国黑栎（*Quercus Velutina* L.）、北方红栎（*Quercus rubra*）、南方红栎、猩红栎（*Quercus coccinea* M.）等，由于多数红栎类的木材导管内无侵填体堵塞，如果不经特殊处理不宜用作盛放液体的材料。用于制作橡木桶的种类主要是白栎类，分布亦十分广泛，如美洲大陆的美洲白栎（*Quercus alba* L.）、栓栎（*Quercus stellata* W.）、栗栎（*Quercus prinus* L.），欧洲大陆的夏橡（*Quercus robur* L.）、卢浮橡（*Quercus rouvre*）［又称西西里橡（*Quercus sessiliflora*）］等。

在美国，橡树只能在奥索卡（Ozarks）及阿帕拉契（Appalachian）山脉的部分区域持续生存。证据显示奥索卡橡树出现在后冰川期，在奥索卡西部有大草原，草原太干，橡树不能生长。数个世纪过去了，由于降水量的变化，草原的边界发生了移动，橡树的生长区域也发生了变化。今天，奥索卡成了橡树的主要生长区。这里，土质差、降水量低使得橡树生长缓慢，出现了生长“缺陷

型”，而这种“缺陷型”的树木不宜作为建筑用木。对葡萄酒和蒸馏酒的生产而言，在奥索卡，橡树的缓慢生长代表了充足的香味提取能力和高的氧化潜力。

奥索卡是白栎（*Quercus alba*）的典型产地，而且贮量丰富，也是整个美国占主导地位的白橡树种。而在其他区域，更普遍的是另一些亚种。

美国橡树主要来源于私有林，主要通过自然繁殖。而在法国，情况完全不同，法国林地管理严格，常见的两种橡树：有柄橡和无柄橡几乎以相等的比例生长，前者增长更快，数量更充分。尽管经过数年的消耗，但是，到了20世纪，管理仍然比较好，森林贮备量相对良性，数量也在不断增长。橡木林见图1-3。



图1-3 橡木林

中国是栎属植物的分布中心之一，目前发现的有51个种、14个变种、1个变型。栽培历史较长的有2种，分布在全国各省区，是组成各地森林的重要树种。主要有蒙古栎（*Q. mongolica* Fisch ex Ledeb）、夏橡（*Q. robur* L.）、白栎（*Q. fabri* Hance.）、栓皮栎（*Q. variabilis* Bl.）、麻栎（*Q. acutissima* Carruth）、槲栎（*Q. aliena* Bl.）、槲树（*Q. dentata* Thunb）、辽东栎（*Q. wutaishanica* Mayr）等。

落叶栎属中的辽东栎、栓皮栎及槲树均属环孔材，心边材明显，木射线较宽；薄壁细胞发达，容积重较高，干缩系数也较大，强度指标较高，属于高强度的木材。其中，辽东栎的纤维细胞较长，侵填体发达，早、晚材的导管直径差异小，顺纹抗拉力最大，栓皮栎的容积重较其他两种为高，干缩系数的差异也较大。

实际上，橡树和栗树都具有陈酿葡萄酒所必需的品质：耐久性、易弯曲性和不渗漏性。然而，由于栗树会产生过多的单宁和涩味，而且洞孔较多，陈酿时蒸发作用非常明显，甚至高于橡树的几倍。因此，人们自然会选择用橡树来陈酿葡萄酒和白兰地。

随着经验的积累及科技的进步，人们已经能够比较精确地了解不同类型的木材及其特性。今天，橡树主要生长在温带，其中，许多种属于灌木，不适合生产橡木桶，仅在北半球就有500多种，另外，美国还有86种杂交种。

第二节 橡树种类

橡树主要来源于北半球，即欧洲的法国、英国、葡萄牙、西班牙、匈牙利、俄罗斯以及美国和中国。其中，法国和美国是主要的橡树产地，二者的橡树在品种与性质上有所不同。

橡树是北半球温带最常见的硬木，由于橡树的结构特性，具坚硬、易弯曲和防水的特点，数个世纪来，橡树已经成为制作木桶的首选。它长而直的纹理易于操作，柔韧性好，形状容易恢复，制成的容器适于贮藏液体，能提高红葡萄酒的澄清度与稳定性，增加白葡萄酒的复杂性。它能较好地与葡萄酒的成分融合，能够赋予葡萄酒消费者喜欢的风味和质量。

因为橡木与葡萄酒之间的独特作用，橡树已经成为葡萄酒陈酿容器的重要选择材料。在世界范围内分布的大多数橡树是灌木，因此，只有很少一部分用于制桶业。橡树中仅有几种适合制作贮藏葡萄酒、白兰地等用的木桶。

广义上讲，橡树可以分成两类：红橡和白橡。红橡，木材上有红色斑点，而白橡，木板的颜色为白色；红橡多孔，不能制作贮水容器，白橡具有特别好的天然木质结构，有令人愉快的香气及适宜的可提取物，是制作贮酒容器的最好材料。对于贮藏葡萄酒而言，最重要的是三类白橡：一种是美洲橡，两种是欧洲橡。

在美国木桶业中，广泛使用的橡木是白橡。在全世界的木桶厂中，美国橡木桶主要来源于这一树种。

美国白橡（*Quercus alba*）：包括出产于美国的其他橡木树种，例如沼泽白橡（*Quercus bicolor*）、栗橡（*Quercus prinus*）、*Quercus lyrata*、*Quercus durandii*、*Quercus michauxii* 等，其中一些种可以相互杂交。白橡具有其他一般树木中没有的长的髓射线。这些髓射线对液体起半渗透屏障的作用，并且赋予木头以硬度和持久性。白橡受丰富的侵填体支撑，侵填体是一种在白木质向心木转换过程中形成的化合物。侵填体填满了空隙，使橡木桶具有防水性。白橡的另一重要特点是它含有丰富的单宁，使橡木具有抗腐蚀的作用，这些单宁，和其他化合物一样，会对葡萄酒产生积极的影响。

在欧洲，只有两种橡树用于陈酿葡萄酒和蒸馏酒，它们是有柄橡（*Quercus robur*，也称 Penducalate）和无柄橡（*Quercus petraea*，也称 Sessile），前者所结的橡子柄很长，后者柄很短。两者广泛分布于大西洋沿岸至乌拉尔山脉的所有大陆地带。通常，有柄橡很少用于葡萄酒制桶业，但在西班牙，它是主导制桶业的树种，而在法国更多地用到无柄橡树，有柄橡树比无柄橡树生长得更快。后者在葡萄酒木桶业中应用更普遍。

蒙古橡主要生长在远东，例如中国和日本，与欧洲橡和美洲橡差别很大。研究发现，它的单宁含量低，香兰素含量高。目前，包括欧洲在内的中外酿酒师对这种橡树越来越感兴趣，可以预见，对它的使用将会越来越普遍。

无柄橡（*Quercus sessiliflora*）：也称欧洲卢浮橡、西西里橡（*Quercus petraea*）。

有柄橡（*Quercus robur*）：也称欧洲夏橡或肉茎橡树（见图1-4）。

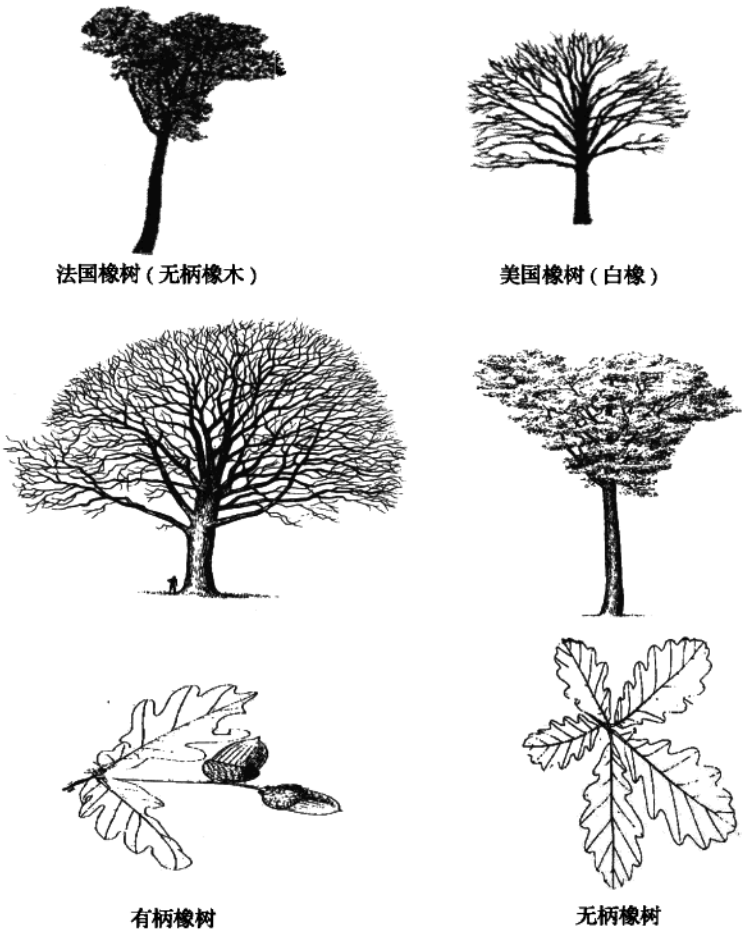


图1-4 几种主要橡树型图

另外，考虑到取材的方便性，也有用其他一些树种来制作贮酒容器的。

栗木（chestnut wood）：主要在法国卢瓦尔区域使用。由于它对石灰质酒窖内潮湿的空气（湿度甚至达到100%）具有良好的抗性，能够减少木桶中酒液的挥发，重量轻，易于操作。但其多孔性使葡萄酒“呼吸”更快。

樱桃和野樱桃木（cherry wood）：用于成熟波特酒（port）或白兰地。

阿拉伯胶树和洋槐树（acacia or robinia wood）：这种树木尤其适于陈酿白葡萄酒，在成熟白兰地方面效果更显著，陈酿的酒呈淡绿色。

栲树（ash wood）：可用于成熟白兰地，尤其是樱桃酒，它不会改变酒的颜色。

第三节　世界橡树资源

除了法国橡树之外，能够制作葡萄酒容器的橡树还有：

中欧橡树：包括高加索（Caucasus）橡木。

美洲橡木：也称美国白橡（*Quercus alba*），起源于北美。由于其持久性主要用在建筑行业。在美国，它主要用于成熟威士忌，然后，才用于成熟红葡萄酒。最近几年，在法国木桶制造业中也开始使用美洲橡木。

据华盛顿大学报道（1988 年），前苏联（CIS）有世界上最为丰富的橡树资源，大约有 970 万 hm^2 的橡木。其中，有 310 万 hm^2 在远东地区，靠近太平洋，它是一种蒙古栎，较少用于制作橡木桶。在乌克兰，橡树面积大约有 170 万 hm^2，能生产 2.33 亿 m^3 橡木。俄罗斯约有 470 万 hm^2 的橡树，能生产 7.63 亿 m^3 的橡木。其中，在北高加索、乌拉尔等区域有丰富的橡树资源（图 1－5，表 1－1）。另外，罗马尼亚也有充足的橡树资源。在葡萄牙，超过一半的橡树是能制作软木塞的橡木（*Quercus suber*）。用于制作木桶的优质橡木树龄至少要达到 80 年以上，而且树龄越老越好。



图 1－5　制作木桶的主要橡树的分布

浅色部分为橡木的分布区

表 1-1 世界主要的橡木资源及分布（联合国欧洲经济委员会 UNECC 1990）

国家	橡树生长面积/ $\times 10^6 m^3$	国家	橡树生长面积/ $\times 10^6 m^3$
俄罗斯	763	葡萄牙	52.4
美国	693.8	日本	47.4
法国	422.7	大不列颠岛	33.6
乌克兰	233	希腊	21.3
前南斯拉夫	178.0	瑞典	16.5
阿根廷	104.6	瑞士	5.1
比利时	79.4	荷兰	2.6
土耳其	75.2	爱尔兰	1.9
前东德	72.0	以色列	0.2
波兰	64.4	总计	2922.7
捷克与斯洛伐克	55.6		

作为葡萄酒木桶的传统选择，法国白橡（*Quercus petraea* 和 *Quercus robur*）得到了广泛的应用。而美国白橡用来制作葡萄酒橡木桶的历史较短。前苏联和东欧建立后，东欧的酒厂开始使用东欧橡木，目前，对东欧橡木的使用越来越广泛。

上述不同橡木之间的差异，主要体现在橡木的密度、各种化合物的种类和含量，并由此造成价格上的差异。美国橡木含有更多的侵填体化合物，制作木桶时利用率高，在防水性、产出率等方面更优于法国橡木和东欧橡木。而法国橡木比美国橡木含有更多的酚类化合物，它赋予葡萄酒的香味复杂性。东欧橡木对酿酒师有更多的吸引力，因为它的单宁相似于法国橡木，且价格更具竞争力。美国橡木具有较高的密度，比法国橡木更耐久、更强壮。美国橡木可以采用锯来生产，而法国橡木和东欧橡木由于产生的侵填体较少及多孔性，需要顺着纹理精确地劈开。和美国橡木充足的供应量相比，法国橡木存量有限，通常，法国橡木桶的价格是美国木桶价格的 1.5～2 倍。

第四节 欧洲橡木

欧洲橡木分布于整个欧洲，东到乌拉尔（Urals），南到西西里（Sicily），西到爱尔兰、法国、葡萄牙，北到挪威南部。

（1）卢浮橡 生长高度可达 25m，存活 300 多年，并形成相对高的直干。这种橡木的纹理紧密，适宜在沙性土壤、有良好灌溉条件的区域生长，但易旺长。在欧洲，主要生长在英联邦国家，从法国东部到波兰及波罗的海，南部到

意大利和前南斯拉夫。

（2）夏橡　又称法国或英国橡木，能够生长300多年，高25m以上。它的支干伸展，遮阴比卢浮橡更多，橡木纹理粗。适宜各种生长条件，喜欢潮湿、肥沃的土壤。在欧洲，夏橡比卢浮橡分布更广泛。向北更进一步延伸到斯堪的纳维亚半岛，南到土耳其、格鲁吉亚、葡萄牙，东到乌拉尔。可以通过叶片和栗果将它与卢浮橡区分，两个树种内有许多杂交种。

（3）葡萄牙橡木　生长在葡萄牙最北部，葡萄牙的酿酒师喜欢利用这类橡木，比从法国进口的橡木更便宜。

和酿酒师一样，木桶厂对橡木地理起源和纹理大小的重视程度超过了橡木树种。随着酿酒师认识的深入，制桶工艺细节对葡萄酒质量的影响甚至超过起源地。

在欧洲，无柄橡和有柄橡的数量随着纬度的高低而变化，但主要树种是有柄橡。在欧洲的每一片森林都可以找到适合制作酿酒木桶的橡树，但需要根据木材质量严格挑选。

第五节　法国橡木

法国森林面积约1500万hm^2，占欧共体森林面积的40%，占法国国土面积的28%（美国为2.25亿hm^2，占国土的24%），其中，2/3是阔叶树，其橡树分布见图1-6。在法国，森林有2种类型：一是由国家林业办公室管理的公共森林（O. N. F）（Office National des Forets），占27%；另一种是私人森林，占73%。目前，森林种植面积日益扩大，价格增幅也很大（每年大约是10%）。

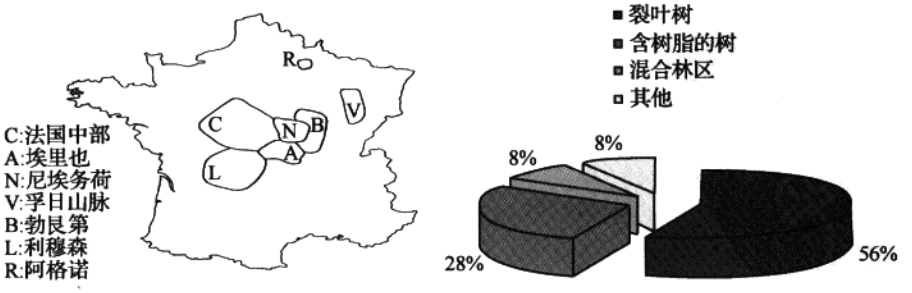


图1-6　法国橡树的分布

法国林业办公室是法国林业管理机构，该机构代表法国政府管理440万hm^2的公共森林，其主要作用是维护森林的社会、经济和生态效益。

法国国家林业办公室确定了法国生产橡木的11个主要区域，这些区域占

世界橡树种植面积的一半。

大约在1291年，人们已开始关注法国森林，1669年，制定了相应的皇家条令，包括用于造船业的特隆赛（Troncais）森林系统的橡木再植计划。

法国对乔木林进行了200年的有序管理，包括种植和有计划的砍伐，从而使其木材质量超众，货源稳定。1597年，亨利四世签署法令，明确了这种管理模式。

19世纪，波罗的海和斯诺文尼亚的橡木受到人们的关注，但是它们都是以法国橡木为标准进行评价的。由于严格的森林管理，法国橡木具有商业上的可利用量，能增加葡萄酒的风味，吸引现代消费者。

从1947年起，法国重新种植了大约200万 hm^2 的橡树，并且对森林进行了良好的管理。所以，法国橡木的供应即使遇到意外情况，例如戏剧性的气候变化，也仍然会保持充足的数量。

法国是世界上主要的欧洲橡树产地，具有相当的交易量。例如，1991年，采伐的橡木量是315万 m^3，15万 m^3 用于制桶业，足以制造大约25万只木桶。

在法国，使用无柄橡和有柄橡制作木桶。这两种橡树在加工板材时需要劈开，以防渗透。其中，β－甲基－γ－辛内酯是标准橡木芳香的主要化合物。

无柄橡是法国中部和东北部的主要树种，是在相当贫瘠的硅质黏土中生长的乔木。它们的年轮浅，纹理“紧”。此类橡木含有明显的芳香和大量可浸渍的鞣酸单宁，与其他地区相比，其甲基辛内酯和丁香酚含量更为明显。

有柄橡是法国中西部和南部的主要树种（利穆森类型的橡木），属于标准矮林树种，生长在黏土、白垩质、花岗岩土壤中。年轮宽且规则，纹理粗糙。此类橡木中的芳香化合物含量相当少（只有无柄橡的1/3），其特点是可提取的酚类物质含量高。另外，由于这种橡树的导管少，所以，其洞孔较少，尤其适合陈酿白兰地。

法国著名的森林区有：特隆赛（Troncais）、白荷思（Berce）、居皮易（Jupille）、枫丹白露（Fontainebleau）、大荷尼（Darney）、毕其（Bitche）、尼埃务荷（Nevers）和埃里也（Allier）。森林面积的1/3是橡木，无柄橡和有柄橡面积为260万 hm^2，其中，至少有200万 hm^2 的橡木能够制作葡萄酒和白兰地木桶，主要有：

西卢瓦尔（Western Loire）和萨尔特（Sarthe）：包括卢瓦尔（Loire）西部、安德尔省（Departement of Indre）、谢尔省（Cher）、德尔卢瓦尔省（Indre－et－Loire）、勒芒（Le Mans）附近的萨尔特（Sarthe），橡木有致密的纹理，多次受到嘉奖。

利穆森（Limousin）：以法国西南古老省会利摩日（Limoges）命名。包括法国德塞夫勒省（Deux－Sevres）的东部、维埃纳（Vienne）、上维埃纳省

（Hautes de Vienne）、科雷兹（Corrèze）、科勒兹（Creuse）、夏朗德（Charente）和安德尔（Indre）的南部、多尔多涅（Dordogne）北部区域，主要橡木品种为有柄橡。该产区山高路陡，土壤为花岗岩和沙土壤，夹杂石灰和铁质。橡木林广泛分布，由于生长条件恶劣，限制了树垂直向上生长，橡树矮壮弯曲，木质硬、纹理粗。尤其适合制作陈酿干邑白兰地的橡木桶。

尼埃务荷（Nevers）和埃里也（Allier）：是法国的两个中部省份，仅在桑塞尔（Sancerre）的南部就有许多名字。有时，也用特定的森林名字命名。例如，特隆赛是慕兰（Moulins）北部政府控制的森林，而波荷大尼（Bertranges）是紧靠尼埃务荷的一个森林。对于许多法国酿酒师，所有这种树木被简单地称作“bois de centre”（中部林区）。这里的土壤趋向于硅石和黏土，在致密的空间生长，而不是向外生长。因而，纹理更致密，普遍用于葡萄酒的陈酿。

尼埃务荷取自尼埃务荷县城名，每年在此举行橡木拍卖，销售该县的所有橡木。该产区丘陵坡缓，土壤肥沃湿润，橡木聚集生长，主要品种为无柄橡。橡树笔直高大，橡木纹理密，木质适中，是波尔多和勃艮第木桶最常使用的橡木。

埃里也紧邻尼埃务荷南部，这里的橡木与尼埃务荷质量类似，通常以法国中部橡木名称出售。

孚日山脉（Vosges）指法国东北部山麓下部的橡木林。这种来自于阿尔萨斯西部孚日山脉森林的橡木早在20世纪80年代早期就被区域外的酿酒师普遍采用。密植时，通常具致密纹理，类似于尼埃务荷和埃里也的橡木。这种橡木，可以通过它“清晰的”或“白的”颜色来鉴定。孚日山脉橡木的特性根据植物的高度而变化。橡木高而细，纹理细密。这里的橡木从20世纪70年代开始被开发，并逐渐成为勃艮第的新宠。

特隆赛（Troncais）是17世纪后期为法国皇家海军修建舰艇而种植的几个最著名的橡木林之一。深厚肥沃的土壤使橡树生长高大，纹理细密而长，质地相对软。这里的橡木制成的木桶用于勃艮第、波尔多和加州黑皮诺的贮藏。特隆赛橡木林不大，产量有限，法国高档酒的酿酒师对这种橡木桶的需求非常大。

汝拉（Jura）位于勃艮第东部，主要提供勃艮第葡萄酒生产用橡木。

阿格诺（Argonne）位于香槟（Champagne）附近，为酿酒业提供少量橡木，主要给少量仍用橡木桶发酵的香槟生产者。有时，这种树木以孚日山脉名称出售。

勃艮第橡木（Burgundy）产自科尔多区夜圣乔治东面的橡木林，木质特点与利穆森橡木类似。

其他产区：除了上述产区外，其他地区也生产大量的橡木桶，如高马恩

(Huat - Marne)、谢尔省、安德尔、卢瓦尔河上的德尔省 (Indre - sur Loire) 和维埃纳。

由于控制不严，橡木产区的名称常常被混淆，使得酿酒师不仅会怀疑所标称的橡木起源，而且，人们对同一名称也有不同的定义。例如，“中部林区(bois de centre)”橡木通常包括卢瓦尔西部、尼埃务荷和埃里也的橡木，而尼埃务荷周围及来自约纳 (Yonne) 和科特多 (Cote d'or) 的橡木则被归类为“勃艮第橡木”。目前，法国橡木桶每年出口额 2.04 亿欧元 (出口国家见图 1-7)，国内销售 8800 万欧元。

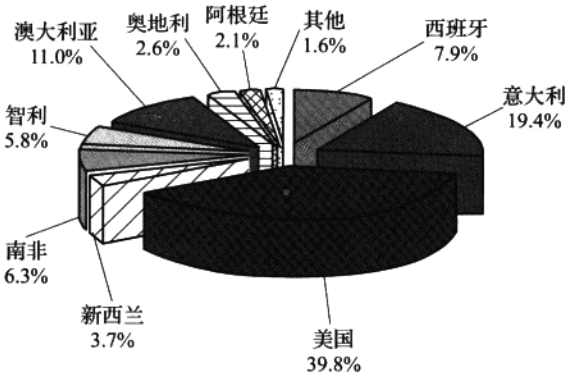


图 1-7 法国橡木桶的出口国家

第六节 东欧橡木

历史上，东欧是橡木的重要来源地，主要包括无柄橡和有柄橡。第二次世界大战爆发前，波兰、俄罗斯和波罗的海的橡木在啤酒和葡萄酒工业中非常重要。20 世纪 80 年代，东欧剧变使得西方酿酒师开始使用匈牙利和摩尔多瓦的橡木。20 世纪 90 年代，由于法国橡木价格不断上升，人们开始探讨欧洲其他区域与法国同样类型的橡木。研究发现，比利时无柄橡木的化学和感官特性适合陈酿葡萄酒。而东欧的橡木香味更中性，更适于现代酿酒业使用。

19 世纪，波罗的海的橡木在法国和意大利受到赞赏。但是，目前，仍不清楚立陶宛、拉脱维亚和爱沙尼亚有多少橡木适合制作木桶。18 世纪，为了白兰地工业，前苏联与科涅克之间进行了数以千计的白兰地木桶交换。但是，在其数百万公顷的森林中，更多的是质量比较低的橡木。

目前，斯洛文尼亚、波斯尼亚、塞尔维亚、克罗地亚、西伯利亚的橡木主要用于制作大桶，意大利酿酒师喜欢使用这类木桶。但是对法国葡萄品种而言，这类橡木单宁含量太高，更适合于意大利的内比奥罗 (Nebbiolo) 和桑娇

维赛（Sangiovese）品种的葡萄酒的贮藏。

无柄橡木适合于轻的、沙性或岩石土壤，耐遮阴。而普遍存在于俄罗斯的有柄橡更喜欢肥沃、土层深厚、需排灌的黏土，或白垩土的深石灰质，而且喜欢光。总之，东欧橡木（无柄橡木）更适于林地和山腰生长。在这样的条件下，它缓慢生长的细纹理正是酿酒师所追求的质量特点。

第七节 美国橡木

按照美国林业局1989年的报告，在美国东部，具重要商业价值的可供选择的白橡木有6.98亿 m^3，覆盖了美国东部的大部分地区，东到明尼苏达州（Minnesota）、下密苏里（Lowa missouri）和阿肯色州（Arkansas），南到新墨西哥州，北到缅因州。其中，仅有少部分用于制桶业，它们的髓和薄板的质量指标更好。

在加利福尼亚州、俄勒冈州和华盛顿州，约有1.71亿 m^3 的各种橡木，除了俄勒冈橡树（*Quercus garryana*）外，其他橡树几乎不能制作葡萄酒木桶。

在美国，除了以白橡为主外，另有7种橡木可以用来制作橡木桶：*Q. prinus*、*Q. bicolor*，*Q. muhlenbergii*，*Q. stellata*，*Q. macrocarpa*，*Q. lyrata*，和*Q. durandii*。大多数美国橡木生长在密西西比河以东，沿阿巴拉契亚山脉（Appalachian Mountains）从南方的亚拉巴马州到北方的大湖区，整个橡木产区面积大约为4500万 hm^2，多数橡木林为私人所有。通常，制作橡木桶的橡树与其他品种的树混杂在一起生长。美国没有认定橡木产地的法规，一般以橡木桶厂所在地作为橡木的来源地。总的来说，北方寒冷地区的橡木比南方的橡木密度大，质地更坚硬。

美国橡木广泛用在西班牙、北美、南美和澳大利亚。由于美国橡木具有比欧洲橡木更强的香味，常用于相对浓的红葡萄酒，例如，西班牙的里奥哈（Rioja），澳大利亚的西拉和温暖气候条件下的赤霞珠葡萄酒。

在美国东部2/3区域，美国白橡非常丰富。对于贮藏葡萄酒而言，产于明尼苏达州和威斯康星州的美国橡木是最好的，但有人认为其单宁含量太高。来源于美国南部的橡木含有大量的白木质，它的酚类化合物含量低于欧洲橡木，而椰子类芳香却显著高于欧洲橡木。这一区域的橡树比北部的橡树有更高的可提取物，树的生长环小，白木质含量低。薄的岩石土壤及中部的气候条件导致橡树缓慢生长，形成充满香味的直的紧密纹理。这些条件正像生长在瘠薄、多岩石土壤这样胁迫条件下的葡萄一样。

即便用锯锯开树木，美国橡木的防水性能仍然很好，其生产过程中的损耗可以降低一半，木材利用率达50%，而欧洲橡木的利用率仅为25%。因此，

和欧洲橡木相比，用美国橡木可以明显降低木桶成本。

美国橡木和法国橡木的差异在于侵填体。法国橡木在切割时必须考虑纤维，否则会出现渗漏，而美国橡木不存在这样的问题。

第八节 中国橡木

中国约有栎属植物51种，占世界的1/6，包括常绿和落叶乔木、稀见灌木，广泛分布于北温带至热带山地。其中常绿栎林分布在秦岭、淮河以南以及热带、亚热带地区，几乎遍布我国各省。落叶栎有20余种，为我国温带和暖温带地区落叶阔叶林及针阔混交林的主要组成树种。

栎树中，麻栎、栓皮栎和槲树分布最为广泛，自辽宁或黑龙江以南至西南、华南各省；槲栎及其变种，短柄栎则分布于华北至西南、华南各省，主产亚热带地区。小叶栎主要分布于亚热带与北亚热带低山丘陵。蒙古栎和辽东栎分布于东北至华北各地，其分布边界至川鄂，是我国北方落叶树种的代表种。白皮栎分布于亚热带，多为森林破坏后发育起来的灌木林。子栎为我国特有，分布于华北的西部和华中，是半常绿灌木或小乔木，为我国北方和南方（亚热带）栎树的过渡或中间类型。我国主要栎属的特性见表1-2。

表1-2　　我国主要栎属的特性

栎属	气干密度 /（g/cm³）	端面硬度 /（kgf/cm²）	静曲、顺压强度 /（kgf/cm²）	冲击弯曲比能量 kgf·m/cm²	体积干缩系数 /%	弦向干缩与径向干缩的比值
高山栎类	0.960～0.966 甚重	1152～1154 甚硬	2083～2330 甚强	0.762 甚高	0.682～0.685 甚大	1.66～1.68 中
山栎类	0.930 甚重	996 甚硬	2188 甚强	—	0.645 大	1.61 中
白栎类	0.732～0.872 重－甚重	620～1027 中－甚硬	1418～1823 中－强	0.490～0.617 甚高	0.448～0.645 中－大	1.54～2.14 小－大
麻栎类	0.881～0.956 甚重	759～1083 硬－甚硬	1655～2107 强－甚强	0.606～0.630 甚高	0.463～0.724 中－甚大	1.87～2.17 中－大

注：1kgf=9.80665N。

在中国橡树中，能够制作橡木桶的橡树种类主要是蒙古栎和辽东栎，其结构与欧洲橡树比较相似，橡木的成分也与欧洲橡树接近。分析发现其单宁含量

低，芳香物质（香兰素）含量高。陈酿后的葡萄酒单宁含量低，口感绵密柔顺，香气浓郁。酒的特点介于美国橡木与法国橡木之间，更接近于法国木桶贮藏的酒。

目前，我国对原产于中国的橡木研究利用较少，尤其是制作橡木桶及其贮藏葡萄酒方面研究利用的更少。主要是缺乏对适宜于陈酿葡萄酒、白兰地的橡树种类、橡木纹理、橡木成分的深入研究，包括定性和定量研究；同时，对木桶制作工艺，包括原木选择，风干和烘烤条件，木板与木桶的均匀性、稳定性、防渗漏等方面的技术掌握不够。因此，有必要加强相关基础与应用方面的研究。

中国主要橡树种类如下：

1. 栓皮栎

栓皮栎（图1-8）学名 *Quercus variabilis* Blume。英文名 Cork Oak，壳斗科（山毛榉科 Fagaceae）栎属，原产于北非地中海沿岸。



图1-8 栓皮栎

（1）形态特征 落叶乔木，树皮深灰色，纵深裂。由于韧皮发达，老干树皮厚，剥下可用于软木塞、绝热、隔音和绝缘材料。木材坚硬，纹理直，结构粗，为优良木材树种。高达25m；木栓层发达，树皮深纵裂，黑灰色。叶互生；宽披针形，长8~15cm，宽3~6cm，顶端渐尖，基部阔楔形；边缘具芒状锯齿；叶背灰白，密生细毛。壳斗碗状，径2cm，包坚果2/3以上，坚硬，纹理直，结构粗，为优良木材树种；坚果球形，直径1.5cm，顶圆微凹。

（2）分布 世界各地广泛栽培。在我国，分布于辽宁、河北、山西、山东、江苏、安徽、浙江、福建、台湾、江西、湖北、湖南、广东、广西、云南、贵州、四川、甘肃、陕西及河南，而以鄂西、秦岭、大别山区为其分布中心。分布海拔300~800m，生于向阳山坡。

（3）用途 主要以栓皮为软木工业原料；种子含淀粉，可酿酒或作饲料；壳斗含鞣质，可作染料或提取拷胶；木材纹理平直，结构较粗，供建筑、车辆等用。

2. 槲树

槲树（图1-9）学名 *Quercus dentata* Thunb，别名柞栎，壳斗科麻栎属。

（1）形态特征 为落叶乔木，高达25m，树皮暗灰色，宽纵裂，小枝粗壮，具沟槽并密生黄灰色星状绒毛，大型叶片倒卵形，长达30cm，宽达20cm，通常大小在长为10~20cm，宽在6~13cm，叶先端钝圆或钝尖，基部

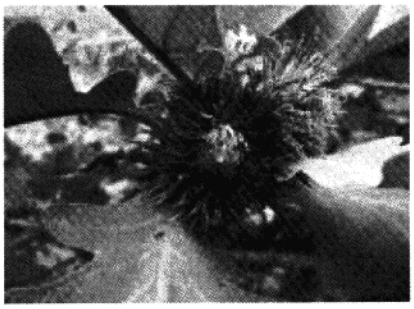


图 1-9 槲树

耳形，叶缘有 4～10 对波状缺裂，幼叶有毛，侧脉 4～10 对，叶柄极短，长仅 2～5mm，密被绒毛；壳斗杯形，高约 1cm，径 1.5～1.8cm，包围坚果约 1/2，苞片狭披针形，棕红色，反卷，小坚果卵形至椭圆形，长 1.5～2.5cm，径约 1.5cm，花期 4～5 个月，果熟 9～10 个月。为强阳性树种，喜光、耐旱、抗瘠薄，适宜生长于排水良好的沙质土壤，在石灰性土、盐碱地及低湿涝洼处生长不良。华北山地多见于海拔 500m 以下阳坡处，深根性树种，萌芽、萌蘖能力强，寿命长，有较强的抗风、抗火和抗烟尘能力，但其生长速度较为缓慢。

（2）分布　主产中国北部地区，以河南、河北、山东、山西等省山地多见。辽宁、陕西、湖南、四川等省也有分布。河南省襄城县境内紫云山上分布的槲树林是目前保存最好的槲树林之一。

（3）用途　树干挺直，叶片宽大，树冠广展，寿命较长，叶片入秋呈橙黄色且经久不落，可孤植、片植或与其他树种混植，季相色彩极其丰富。木材坚实，供建筑、枕木、器具等用，亦可培养香菇。壳斗及树皮可提栲胶，叶可饲柞蚕。坚果脱涩后可供食用。

3. 槲栎

槲栎（图 1-10）学名 *Quercus aliena* BL，壳斗科（Fagaceae）栎属（*Quercus*），英文名 Oriental white oak，别名：大叶栎树，白栎树，虎朴，板栎树，青冈树，白皮栎，孛孛栎，白栎，细皮青刚，大叶青刚，青刚，菠萝树，槲树，橡树。



图 1-10 槲栎

（1）形态特征　为落叶乔木，高达 20m；树皮暗灰色，深裂；老枝暗紫色，具多数灰白色凸起的皮孔；幼枝黄褐色，具沟纹，无毛；冬芽鳞片赤褐色，被白色绒毛。叶倒卵状椭圆形或长圆形，长 10～20cm，宽 5～13cm，先端渐尖或钝，基部渐狭呈楔形或略呈心形，边缘有深波状粗锯齿，齿端钝圆，表面深绿色，无毛，背面灰绿色，密生星状毛，侧脉 11～18 对；叶柄长 1.5～3cm。雄花序长 4～8cm，雄花单生或数朵簇生，雄蕊常 10 枚，雌花序生于当年生枝叶腋，单生或 2～3 朵簇生，子房 3 室，柱

头3裂。壳斗浅杯状，边缘厚或较薄；鳞片线状披针形，紧密，暗褐色，外被灰色密毛。坚果长椭圆形或卵状球形，长20～25mm，直径约为其半。花期4～5个月，果期10个月。

（2）分布　江苏、福建、浙江、湖南、四川、云南、贵州、安徽、广西、江西、湖北、辽宁、陕西、山西、广东、甘肃等，生于海拔100～2400m的山地林中。

（3）用途　槲栎叶片大且肥厚，叶形奇特、美观，叶色翠绿油亮、枝叶稠密，属于美丽的观叶树种，适宜浅山风景区造景之用。

4. 蒙古栎

蒙古栎（图1－11）学名 *Quercus mongolicus* Fisch，别名柞木，柞栎，蒙栎，壳斗科。



图1－11　蒙古栎

（1）形态特征　落叶乔木，高可达30m，胸径达60cm。树冠卵圆形。树皮暗灰色，深纵裂，小枝粗壮，栗褐色，无毛，幼枝具棱。叶常集生枝端，倒卵形或倒卵状长椭圆形，长7～20cm，先端短钝或短凸尖，基部窄圆或近耳形，叶缘具深波状缺刻，具7～10对圆钝齿或粗齿，幼时沿叶脉有毛，后渐脱落，仅背面脉上有毛，侧脉8～15对；叶柄短，仅0.2～0.5cm，疏生绒毛。花单性同株，雄花序为下垂柔荑花序，长5～7cm，轴近无毛；雌花序长约1cm，有花4～5朵，但只有1～2朵花结果。总苞杯状，包果1/3～1/2，壁厚；苞鳞三角状卵状，背部呈半球形瘤状凸起，密被灰白色短绒毛；坚果单生，卵形或长卵形，长2～2.3cm，径1.3～1.8cm，无毛。

（2）分布　喜光树种，在侧方庇荫条件下，向高生长较快。适应性强，耐火，耐干旱瘠薄，耐寒性强，能耐－50℃低温。喜温凉气候，喜中性至酸性土壤，通常生于向阳干燥山坡。深根性，主根发达，不耐移植。

主要分布在黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、河南、山西及山东，生于海拔200～2100m山地林中。在俄罗斯、日本、蒙古及朝鲜半岛均有分布。

（3）用途　种仁可酿酒、制糊料；树皮及壳斗可提取栲胶。木材坚韧，耐腐，供船舶、车辆、胶合板等。

5. 辽东栎

辽东栎（图1－12）学名 *Quercus liaotungensis* Koidz，别名橡树、青冈，英

文 East – Liaoning oak，科属壳斗科栎属。

（1）形态特征 多年生落叶乔木。高10～20m，叶革质，倒卵形至椭圆状倒卵形，长5～15cm，宽2.5～10cm。花单生，雌雄同株，柔荑花序下垂，花苞成熟时木质化、碗状，坚果卵形，阳性树种。喜温，耐寒、耐旱、耐瘠薄。生于山地阳坡、半阳坡、山脊上。

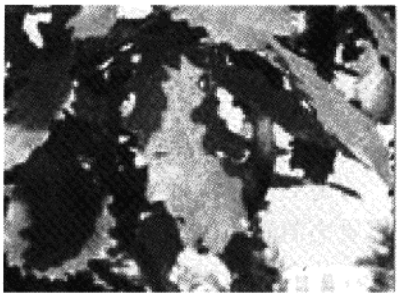


图1－12 辽东栎

（2）分布 黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、山东、河北、河南、山西、陕西、宁夏、甘肃、青海、四川；生于海拔600～2500m山地林中。朝鲜也有分布。

6. 巴东栎

巴东栎（图1－13）学名 *Quercus engleriana* Seem，Fagaceae，别名小叶青冈。



图1－13 巴东栎

（1）形态特征 常绿乔木，高达15m。幼枝有黄色绒毛，后渐无毛。叶卵状至卵状披针形，很少见倒卵状披针形，长6～13cm，宽2～5.5cm，顶端渐尖，基部圆形或宽楔形，有时浅心形，边缘中部以上有锯齿或全缘，幼时背面被棕黄色薄毛，老后无毛，中脉直伸，表面中脉、侧脉凹下，背面凸起，侧脉10～13对；叶柄长1～2cm，被毛或渐脱落。壳斗碗形，包围坚果1/3～1/2，直径0.8～1.2cm，高约4～7mm；苞片卵状披针形，长约1mm，被灰褐色柔毛，顶端紫红色，无毛。坚果长卵形，直径0.6～1cm，高1～2.3cm，无毛，果脐凸起，直径2～3mm。花期5月，果熟期10月。

（2）分布 浙江、福建、江西、湖南、湖北、广西、贵州、云南、西藏、四川、陕西及河南，生于海拔700～2700m山地疏林中。印度亦有。

（3）用途 木材为辐射孔材，材质坚重，耐腐，供桩木、农具、工具柄、滑轮、木槌、薪炭等用材。树皮合鞣质11.5%，壳斗含18.6%，可提取栲胶。

第二章　橡木与橡木桶

历史上，橡木桶主要用来储藏和运输货物。今天，橡木桶几乎全部用于陈酿优质葡萄酒和白兰地。先进技术和优秀技师的技艺结合到一起，使制桶技术发生了革命性的变化，并不断将其提高到更高的精度水平。但是，最基本和关键的环节仍然保留着数世纪前的情况。悠久历史和新技术的结合已经使这种最早的橡木容器不再仅仅是一种简单的橡木制品。

制造木桶时，优先选用硬木。在自然界的各种树木中，橡木最适合制造防水容器。所以，用橡木制成的木桶能够防渗漏，内部不需要涂抹胶或石蜡。利用桶箍将每块板固定在一起，木板与木板之间不用钉子或胶。木桶腹部的凸起使它容易滚动和摇动，水平放置时，沉淀可以自然聚集到木桶的某一位置，然后，倾斜就很容易地将酒液分离。

世界上最优质葡萄酒都是采用橡木桶酿造的，酿造过程中，在葡萄酒和橡木桶之间会发生一些化学变化，使葡萄酒的风味更复杂，质量更优异。

第一节　橡木的结构

有柄橡主要生长在欧洲，最北到瑞典，包括英、法、俄等国。这种橡树生长速度快，每年甚至能生长 10mm。它的质地疏松，纹理粗糙，富含单宁，尤其是可溶性单宁，能快速释放“单宁”，具浓烈的风味。主要代表是法国利穆森区域的橡木。

无柄橡产于法国、奥地利、匈牙利等国。主要生长在深山灌木林中。它耐寒、生长缓慢而有规律（每年大约生长 1mm），纹理细密，在湿地上生长良好，喜光，趋向高长。主要生长区域为法国特隆赛和法国中部，比有柄橡柔软、致密。香气细腻但含量较少，主要为丁香酚（具香料和丁香香气），干浸出物含量较高，富含易溶于水的酚类化合物。

橡树，之所以能够用于制作陈酿酒类的容器，是因为其具有良好的抗性和强度，结构独特。它有许多大细胞结构、髓射线、春材和夏材（见图 2－1）。其中，髓射线和春材细胞在葡萄酒成熟过程中起着重要的作用。

髓射线（Radial Rays）又称“多列射线”（见图 2－2），由大量较大的髓细胞（薄壁组织）构成。在橡木中，它们特别大，是单宁的主要贮藏地。橡树将单宁作为食物贮藏源，单宁将葡萄糖（食品）与具有苦味的其他化学物

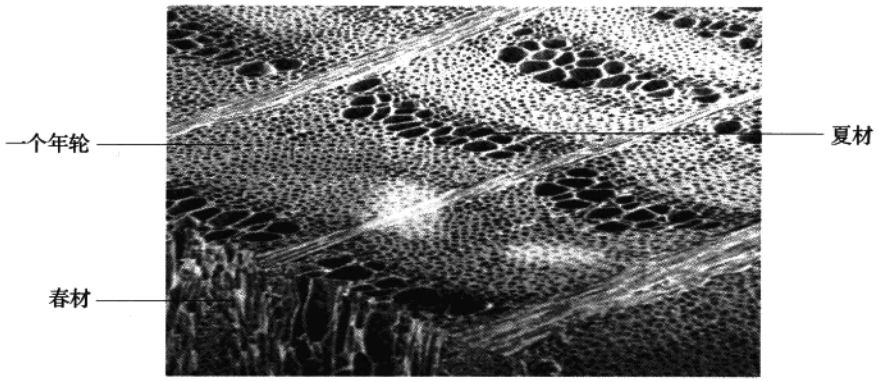


图 2－1　橡木的细胞结构

（糖苷）结合在一起，以防止昆虫的侵袭。木材的生长速度决定其纹理，并成为木材多孔性、芳香物质和单宁含量的基础。

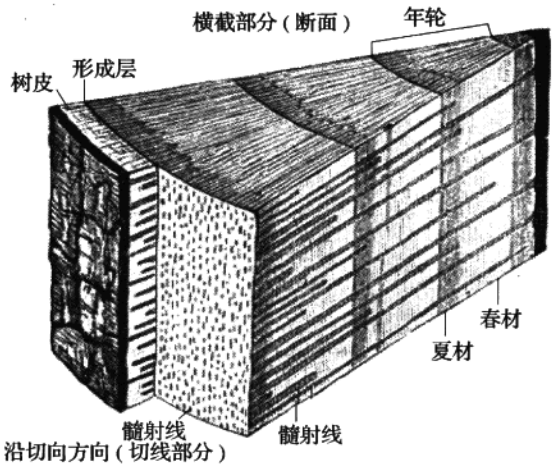


图 2－2　橡木的横断面结构

侵填体（Tylose）也是最容易获得橡木提取物的部位（见图 2－3），它们的木质素尤其富含香兰素。当橡木年轮从边材向心材转换时也含有通过髓射线移动的单宁。橡木具有多孔的年轮，春天长出的材质中有大的孔，与树干平行。适合做酒桶的白橡，在边材转变为心材时，它的孔会被丰富的侵填体（存在于导管内，是堵塞导管的结构，其木质素富含香兰素）堵住，否则酒会沿着桶板的两端渗漏。不形成侵填体的橡木不适合做酒桶，因此，制作橡木桶最好采用白橡木的心材。橡木心材横截面如图 2－4 所示。

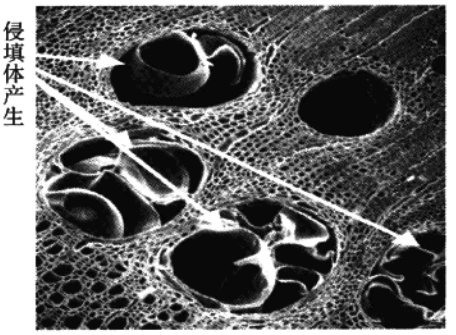


图 2－3　橡木的侵填体

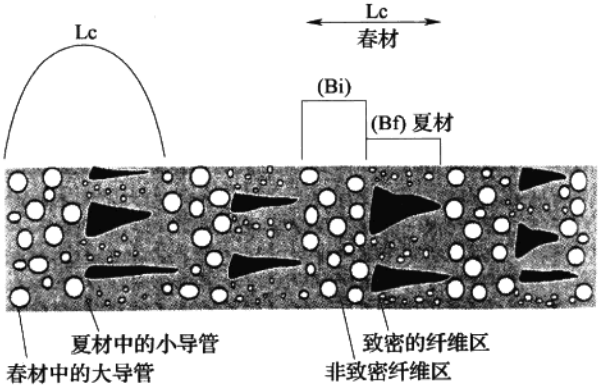


图 2－4　橡木心材横截面简图

Lc—年轮宽度　Bi—春材　Bf—夏材

硬木（Hardwoods）也称“被子植物”或阔叶林。软木（Softwoods）也称“裸子植物”。实际上，大多数硬木的确“硬”，大多数软木的确“软”。软木不太适合做结构致密的木桶，它不易弯曲，髓射线狭窄。而硬木髓射线最宽，这些髓射线构成了与地面平行的树干的半径，占白橡木总体积的 30%，在内外组织间起输导作用。硬木材质坚硬，经久耐用，可弯曲制成木桶的桶腰。

不同区域（Terroir）的橡木制作的木桶香味不同，因而，使整个森林蒙上了神秘的色彩，常常被作为橡木桶的卖点。不同橡木间的差异主要与纹理的紧密度有关，而纹理紧密度主要是由于橡树生长过程中土壤湿度的差异造成。源于森林影响橡木香味的因素包括橡木的纹理、橡木树种和树龄。这些属性本身受土壤的保湿力、土壤的可用营养、树木的“笔直性”等的影响。当树木弯曲时，它会努力校正弯曲，而且这样会改变树的化学成分。

产区的差异主要表现为森林与森林之间的差异。不同橡木的解剖学对橡木制造业有重要意义，树干带有管状或导管的维管束，或与带有数组纤维的树干相平行的射线，从外向内呈放射状。橡木是非叠生的，纵向管和纤维重叠产生强度，在每年的不同时间构建环状孔，典型的结构是嵌边大，孔或管小。

美国白橡，具有丰富的侵填体，可以用锯制成所需的形状而不必担心渗漏。欧洲橡木，侵填体少，孔多，必须沿导管劈开，然后弯曲，使所有的导管与桶板平行，以减少渗漏。

通常，美国橡木具有更明显的香味，具香兰素特性，与精细、柔和的欧洲橡木相比口味更涩。橡木桶质量不仅取决于橡木来源，更重要的是木板的风干。经过风干处理后，美国橡木比欧洲橡木更粗糙。

第二节　橡木的成分

橡木板是一种活的材料，它记录了树的生长发育轨迹，用木板做成木桶后，能够与葡萄酒分享这种发展历程。葡萄酒通过与木桶之间成分的交换，逐渐将木桶由“新”变“老”。

橡木的成分随着树种、气候和土壤的变化而变化，这些成分主要有：

纤维素（cellulose）：占40%，是植物细胞壁的基本成分，不溶于水，可以加强人体肠道的蠕动。

半纤维素（hemicellulose）：占20%，是一类可以水解的纤维素。

木质素（lignin）：占25%，在植物体内起重要作用，通过原始汁液的循环维持生命。

鞣酸单宁（ellagitannin）：占10%，可以水解产生鞣酸（ellagic acid）。

微量成分（micro－elements）：占5%，包括单糖（monosaccharides），类脂（lipids），以激素和维生素形式存在的甾醇（sterols），加热时产生具“烤炙”、“香料”等香味的挥发物，及钙、钾、镁等维持植物生命的矿质元素，再就是次级成分（secondary components），特别是苯乙酮，它是木头灼烧到一定程度不再释放气味的标志性化合物。橡木的主要成分及作用见图2－5。

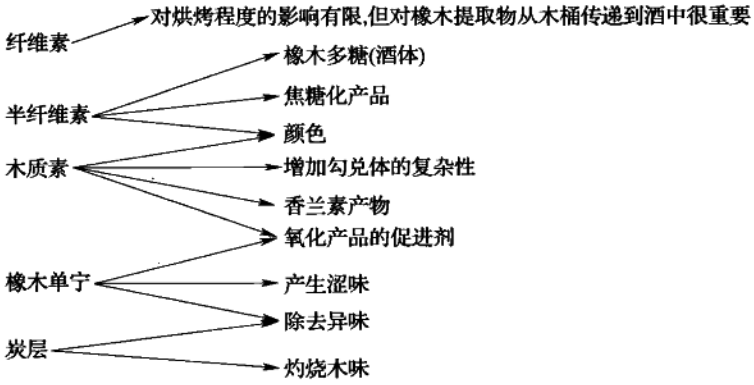
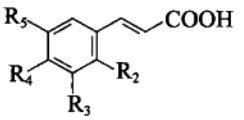


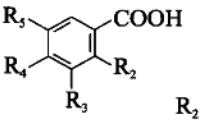
图2－5　橡木的主要成分及作用

葡萄酒在橡木桶中成熟时，不同阶段发生的交换和变化是不同的。

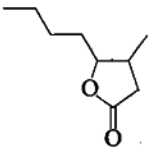
首先，木板表面易溶解的成分会快速消失。包括：不能水解的单糖、矿物盐、酚醛（香兰素、丁香醛）、酚酸（没食子酸的同系物）、阿魏酸、香叶酸、丁香酸和芥子酸，在其他许多植物中存在的，例如熏衣草（lavender）的香豆酸，灰分等。鞣酸单宁中，相当微量的部分是以原花色素苷和类黄酮等可溶性单宁的形式存在。



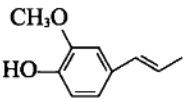
R_2=H,R_3=OCH_3,R_4=OH,R_5=OCH_3，芥子酸



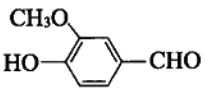
R_2	R_3	R_4	R_5
H,	OCH_3	OH	H，没食子酸
H,	OCH_3	OH	OCH_3 丁香酸



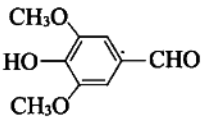
甲基辛内酯



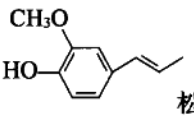
丁香酚



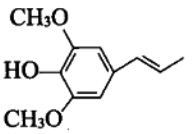
香兰素



丁香醛



松柏醛



芥子醛

其次，是能保持木板坚硬的结构，但通过水解可以从木板中分离出的一些可浸渍性成分。某些鞣酸单宁和来源于心材的被溶出的水溶性物质，例如多糖。但是，由于纤维素不溶解，半纤维素组分也被游离，而主要存在于心材中的木质素，在木头的柔韧性、机械特性和防水性方面起重要作用。

最后，与贮藏酒的接触不会让木板中的不溶性物质受到影响。如果所有材料是可溶的，容器将不再具有机械作用。这样，酚类成分及木质素等，仍然以

氧化形式或各种缩合形式存在于木板中，尤其是纤维素的水合形式。

目前，相关研究正在进行，包括树种、地理位置、气候条件和产地等对橡木成分的影响，木板表面（5～15mm）的成分及其对酒质影响等。表 2－1 所示地理位置对橡木成分的影响。

表 2－1　　地理位置对橡木成分的影响（根据 Chatonnet，2002）

分析指标	利穆森	法国中部	勃艮第	孚日山脉
可提取物总量/（mg/g）	140	90	78.5	75
多酚总量（A_{280}）	30.4	22.4	21.9	21.5
染色性（A_{420}）	0.040	0.024	0.031	0.040
儿茶素单宁/（mg/g）	0.59	0.30	0.58	0.30
鞣酸单宁/（mg/g）	15.5	7.8	11.4	10.3
甲基辛内酯/（μg/g）	17	77	10.5	65.5
丁香酚/（μg/g）	2	10	1.8	0.6

随着科技的进步，一些现代技术可用于测量橡木中的挥发性成分、酚类物质及风味物质含量；利用遗传方法鉴定原产地（例如 PCR 测试）；用 ICP－MS 方法（同位素－质谱分析）测量多种金属的含量等。

第三节　橡木的纹理

纹理是反应橡木结构的主要指标，是认识和区分橡木差异的重要内容。

通常，酿酒师和制桶师将法国橡木分成细纹理和宽纹理，用以制作橡木桶的板必须是树的横断面部分。每一木板的顶端能够显示树的生命年轮。通过观察桶板的端部，可以区分纹理的宽密、孔的大小。

树木生长越慢，纹理越密。深色和浅色交替的树皮层显示了春材和夏材的生长。春天是橡树生长的最重要季节，树生长得快，具有大的木质部和输送水的大的细胞开口，而夏天，导管生长很小。当然，和葡萄一样，橡树的生长反映了土壤、气候条件及种之间的差异。例如，在某一区域内，土壤与气候的微小差异常常使这一片树木生长得又直又高，并且有致密的纹理，而数公里外的另一片树木却生长着宽的纹理。在同一树体内，离树中心最远的一侧生长得更慢。生长在森林边沿的树向粗长而不向高长，而生长在森林深处的树正好相反。

有柄橡木通常产生宽纹理的木板，即两生长年轮之间的距离至少为 3mm，可以看到从春材到夏材生长年轮的不断交替，春材的生长通常超过全年生长量的 1/4。而无柄橡木年轮之间的距离不到 3mm，春材与夏材之间的区别非常明

显，春材不到整个年轮的1/4。另外，树种之间存在大量的杂交现象会使年轮发生一些变化。不同来源的橡木结构见表2－2。

新砍伐的原木具有易于辨别的规则圆环或年轮。年轮记录着树的生长，年轮的数目对应着树的年龄。一些年轮疏松，另一些年轮紧密。春材出现在树“冬眠”后的春天，不同年份之间相当规则。而夏材出现较晚，较小，更紧密，它更多的受到营养条件的影响。通常，春材更柔软轻淡，而夏材更坚硬致密。通过仔细检测这些年轮，可以追寻树的生命规律和发育轨迹，某些年份营养充足，而另一些年份条件更恶劣。

过去，曾经产生了许多对木头纹理的描述，以显示木头薄的、强健有力的、肥硕的特点。今天，法国已经建立起了相应的纹理标准（NFB850－002），以对木头的性能进行评价。

通常，按照纹理将木头分成两种类型：

“中等、均匀纹理的木头”：它的导管很小，几乎难以用肉眼看到，如山毛榉、梨树、白杨等。

“大的、不均匀纹理的木头”：它的导管相当大，典型，肉眼可见，如栗树、橡树、洋槐、栲树。

对于制作木桶的橡木，由于其对葡萄酒的作用，根据专业的特点采用了另外的分类。即细纹、中纹、宽纹三种纹理（见图2－6、图2－7）。这种分类需要测量结构、每厘米的年轮数、春材的宽度等。

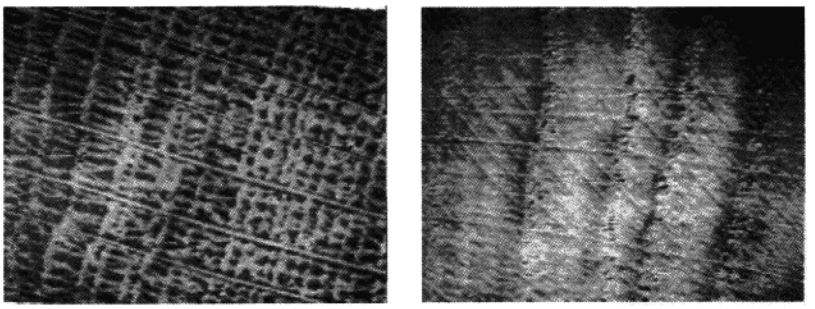
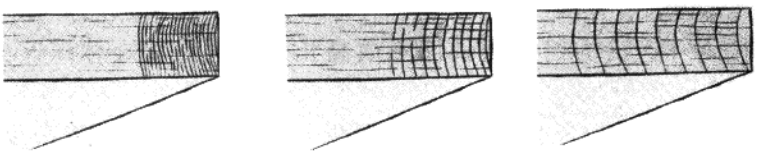


图2－6　橡木纹理图：细纹理（左图右半部分）、中等纹理（左图左半部分）、宽纹理（右图）



(1) 细纹理　　(2) 中等纹理　　(3) 宽纹理

图2－7　橡木纹理图

大的或宽的纹理，具4～5mm甚至更宽的年轮。

细到中等纹理，年轮宽度2～4mm。

细到很细的纹理，具1～2mm宽的年轮。

对于很致密的纹理，年轮宽度不到1mm，这种橡木主要存在于某些法国国家森林中，目前利用比较少。

橡木纹理表2－2是最重要的选择指标，而且，它还对应着橡木的分类表2－3。通常，在国际上，进行商业交换的标准橡木容器是严格按照法国国家林业局的标准进行的。

表2－2　　不同来源橡木的结构（Jacques puisais）

	有柄橡木		无柄橡木		
	利穆森	巴斯克（法）	孚日山脉	法国中部	巴斯克（西班牙）
年轮的宽度/mm	4.5	1.36	2.9	1.39	1.43
每厘米年轮数	2.22	7.36	3.44	7.16	6.9
春材的宽度/cm	1	0.72	0.77	0.39	0.75
结构：与生长层有关夏材的宽度/cm	0.77	0.47	0.73	0.71	0.47

如表2－2所示，来自利穆森的橡木比其他的橡木纹理更宽，而来自于法国中部的橡木每厘米有更多的年轮数。

今天，人们所拥有的知识缩短了酿酒学和林学之间的距离。在法国，优质葡萄酒的酿造，高水平的木桶制造技术带动了木桶制造业的发展。酿酒业和制桶业相互促进，推动了行业的不断进步，使得葡萄酒能够在最适宜的条件下成熟，并且，在不断追求“最佳的”和进行“持续改进”。

表2－3　　橡木纹理的分类

纹理类型	年轮数目	代表产区
非常紧密的年轮	>10	埃里也
紧密的年轮	5～10	法国中部
中等年轮	3～5	孚日山脉
粗糙年轮	2～3	利穆森
非常粗糙的年轮	<2	—

除了植物学起源，影响贮藏酒质量的因素依次是木材纹理和木材密度。图2－8所示为法国和中国橡木纹理图。

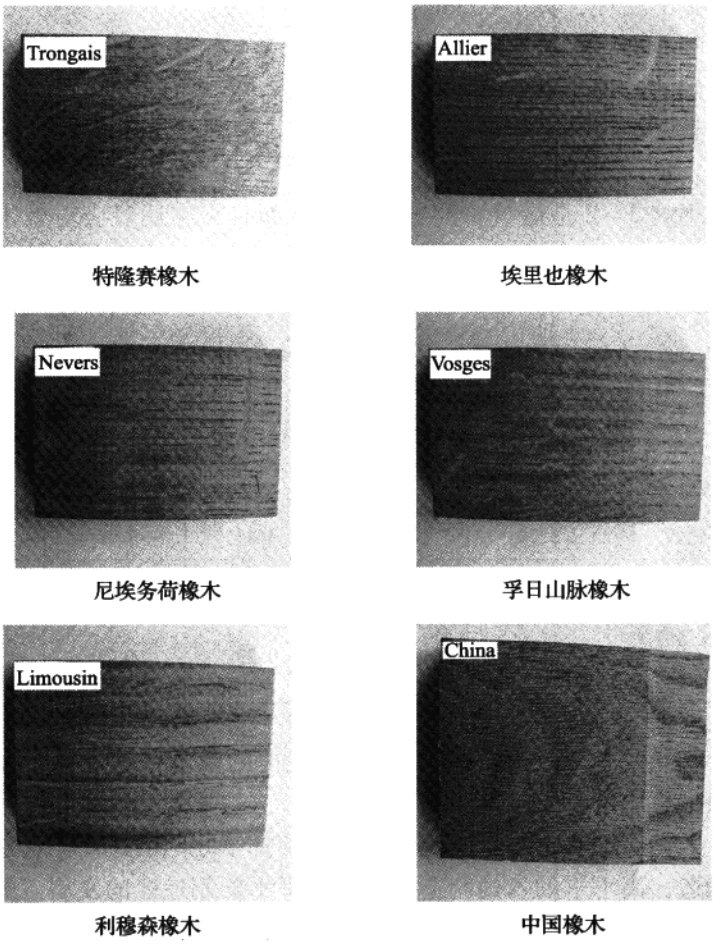


图 2－8　法国和中国橡木纹理图

第四节　橡木桶的历史

用木桶盛酒最早出现在意大利，时间可以追溯到 5 世纪末。与泥罐相比，木桶不容易破碎，易搬运，而且容量更大。后来，木桶迅速取代了双耳瓦罐，用来储存和陈酿葡萄酒和酒精。

在欧洲一些著名的纪念馆，有使用橡木桶的记载。例如，在德国莫塞尔河（Mosel）流域，就有用木桶运输货物的记载。罗马军队在北欧服役时，也有规律地使用木桶。3 世纪中叶，在意大利出现使用木桶的艺术，而在地中海的其他地方更普遍。木桶的广泛使用使得这一时期各类双耳酒罐（Amphorae）（见图 2－9）消失。但是，由于木头很难在考古点保留，因此，无法追溯这一时

期的贸易路线，但是木桶肯定被用来运输葡萄酒。当然，也还被用来运输其他的液体或货物，例如盐。



图 2－9　双耳细颈酒罐

木制容器历史悠久，其最初的形态可能是一段中间被掏空的树干，加上底和顶。这种形状的木桶起源于古罗马，至今仍在使用（见图 2－10）。公元前 63 年到公元 14 年，有一幅著名的石制浮雕，上面有一条载有两个木桶的小船（见图 2－11）。桶板、木制桶箍、顶盖和桶身的曲线清晰可见，木桶的一些主要结构均已出现：木板、带桶孔的木板、顶盖、桶箍（现在使用金属箍或木箍）、桶底的凸沿（延伸至顶盖外的木板的倾斜部分）、桶顶的凹槽（顶盖嵌入的凹槽）、隆起部分（桶身直径最大处）。这种木桶是用腹部被塑成圆柱的桶板做成，周围用箍围成，顶部为水平的圆形，其上至少有一个桶孔。

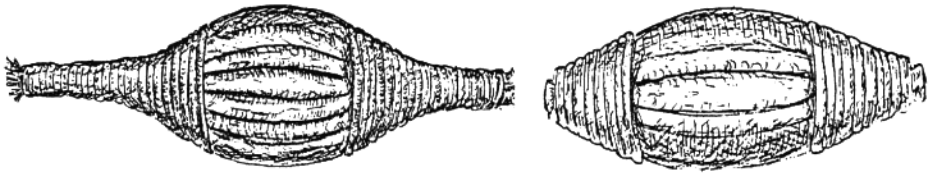


图 2－10　最早盛装液体的容器



图 2－11　德国博物馆中的雕刻（Invasion of Gaul by the Romans）

17 世纪以前，波尔多、北欧各国和英国是主要的商贸市场。葡萄酒发酵结束后，带酒泥装入新桶中，通过海路运输，木桶不再回收，因此，这些地区就需要不断制作新木桶。后来，便有了木桶大小的规定：木桶由 24～32 块木板组成，容量为 200～350L。另外，还有容量为 215L、228L（勃艮第木桶）、225L（波尔多木桶）的木桶，再就是大容量的发酵用木桶。

过去，许多树种都可用来制作木桶，例如，栗树（用于运输的木桶）和

刺槐（用于普通餐酒的贮存），现在只使用橡树制作的木桶储存和陈酿葡萄酒：因为橡树韧性强，防水性能好，易于劈开，具有良好的弯曲性，得到了人们的普遍认可。

进入20世纪，随着运输工具的发展，出现了用塑料、不锈钢等制成的酒罐来运酒，木桶运酒越来越稀少。20世纪80年代初期，只有高档酒厂才使用橡木桶。此时，人们追求葡萄酒的新鲜和卫生，木桶成本高、卫生管理和维修保养难等缺点被放大。

近20年来，橡木桶酿造葡萄酒的优点再次受到人们的重视。橡木桶能显著改善葡萄酒的质量，已经成了优质葡萄酒陈酿所必需的容器。但是，在橡木桶中陈酿葡萄酒也存在许多风险，例如，细菌污染、口味不纯，搬运困难、陈酿成本昂贵等。而且，橡木桶也并不适合酿造所有类型的葡萄酒。

第五节　橡木桶的类型

木桶的规格、形状和质量各异。橡木桶（barrel）通常是指容易移动的小橡木容器。而立式橡木罐（vat）是较大、使用时间较长的、直立放置的大橡木容器，顶部敞开或封闭。卧式橡木罐（cask）则是指各种不同大小、卧放的木制容器。在制桶业中，木桶（cooperage）是各种木制容器的总称，而不管它是橡木桶或是橡木罐。英国人常用单词“cask”表示橡木桶。

在不同的葡萄酒产区，橡木桶的名字已经牢牢刻上了产区的烙印，它的名字与桶的容量联系在一起，因为这些容量（L）是葡萄酒交易的基本单位。例如，Chatellerault木桶的容量是300L，Hautes Alpes的容量是80L。

在普鲁士Ⅶ世时期，法国政府曾提出容器的精确尺寸是50～1000L，并确定了木桶的内部尺寸。例如75L木桶，长是520mm，桶腰直径是445mm，底部直径是395mm。600L木桶，长是1039mm，桶腰直径891mm，顶部直径791mm。但是，这些建议并未得到实施。

过去，广泛使用的木桶是波尔多木桶，1858年5月12日，波尔多商业委员会确定了它的尺寸，并出现在同年6月13日的会议指南中，1866年官方法律对它进行了定义。今天，容量为225L（barrique）的橡木桶被广泛使用，其次，是300L（hogshead）和500L的木桶。

上述橡木桶不但可用于葡萄醪发酵和葡萄酒的成熟，而且也可用于贮藏葡萄酒，弥补某些差年份缺陷葡萄酒的质量，以使不同年份间葡萄种植者的收益稳定。

橡木桶的外形诱人，它的比例近似于一个人的尺寸，可以自由滚动，易于触摸。波尔多橡木桶容量为225L（见图2－12），长95cm，凸出部分的周长

218cm；勃艮第型木桶容量为228L，长87.5cm，凸出部分的周长228cm。比较可以发现勃艮第木桶看上去更“圆”、更突出。

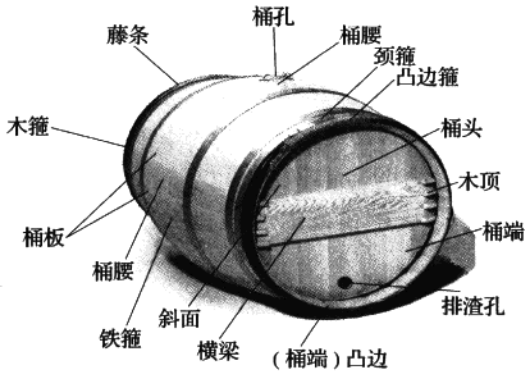


图2-12 225L标准波尔多橡木桶

上述容量的木桶每人每天大约可做1只，相当于1个人1天在葡萄园工作的面积或采收葡萄的量。

橡木桶各部位的名称与其特定的功能相联系。以桶孔板为例，在这块板上设置有桶塞孔，对应顶端的板为顶端主板，上有排渣口，桶箍用铁或栗木制成，选择栗木是因为其良好的抗湿性能。另外，在橡木桶中，也用到竹钉或其他材料，例如芦苇。木桶所用的每种材料都能自然呼吸。波尔多木桶的桶头板相当长，这样，一方面可以在桶底放上粗布涂抹上石膏，以限制木桶表面的蒸发。另一方面，是木桶运输和装卸过程中遇到的问题，将木桶放在小车(ponies)上滚动到码头。当木桶快速滚向码头时，工人们可以用脚来控制桶沿而调整桶的方向，然后让木桶像陀螺那样旋转，码头工人很容易控制它，而且木桶之间也便于相互排列。

同时，另一些类型的橡木容器也可用于贮藏葡萄酒。例如，125L容器，112L勃艮第容器（feuillette），还有卢瓦尔区域600L的木制容器，这种容器广泛用于运输尤其是来源于阿尔及利亚的葡萄酒。

1950—1970年，普通佐餐酒以升为单位出售，而优质葡萄酒在用标准瓶（750mL）销售之前，是采用20~80L的小容器出售。

木桶类型变化相当大，包括制桶业或木制容器用到的词汇。20世纪60年代，在水泥池、不锈钢和其他惰性材料取代木桶作为最普遍的葡萄酒发酵和贮酒容器之前，每一葡萄酒产区都有自己的橡木桶类型。

主要产区使用的橡木桶有：

（1）法国

① 波尔多（见图2-13）：容量为225L，是普遍使用的木桶类型，现在已

广泛用于其他区域。高约 95cm，桶板厚约 20mm。传统的橡木桶（barrique）有时叫酒庄型木桶，在木桶的桶顶和桶底有木制的十字横梁，有顶和分离孔。容量为 900L 的桶称为 Tonneau，约等于 4 个木桶或 100 箱葡萄酒的量，主要用在波尔多的葡萄酒贸易中，但是，这种大容器现在已经消失了。

② 勃艮第：标准的橡木桶是 228L（piece），高度约 88cm，相对低矮，适于狭窄的门道和许多小规模的勃艮第酒窖，有较深的桶腰，酒泥在这一区域聚积。和波尔多木桶相比，酒的分离次数更少。桶板比波尔多木桶的板厚，约 27mm。其中的传统型桶采用木箍或涂成黑色的铁箍，但也有按照美国的要求采用镀锌箍而不喷漆。

③ 夏布利：传统的木桶是 132L，这一规格通常是定价的基本单位，但这种木桶越来越稀少。在可多尔（Côte d'Or）的某些区域，仍然有自己的木桶（feuillette）容量，例如 114L，甚至 57L，主要用于添桶。

④ 科涅克：标准的科涅克橡木桶（见图 2－14）是 350L。1900 年容量仅为 275L，法国革命前为 200L，科涅克制桶商也为其他葡萄酒产区提供不同类型的木桶。

⑤ 香槟：传统的木桶容量是 205L，但是那些坚持用木桶发酵的小酒窖也使用勃艮第木桶。

⑥ 其他区域：在卢瓦尔和罗纳，使用不同类型的橡木桶，从小的新橡木桶到大的橡木罐，例如，600L 的桶。在阿尔萨斯，普遍使用的是大的、卵型的桶，或各种容量的橡木桶（fuders）。

（2）德国　大多数橡木桶是大桶、老桶，容量各异。例如，在 Mosel、Fuder，容量是 1000L；在莱茵（Rhine），容量为 1200L 的 stuck，而 Halbfuder 和 Halbstuck 的容量分别为 500L 和 600L。

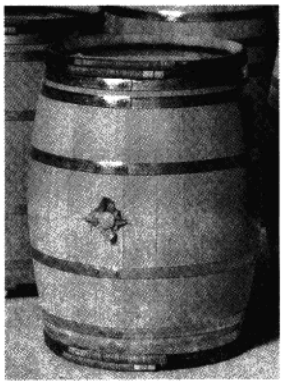


图 2－13　法国波尔多标准橡木桶

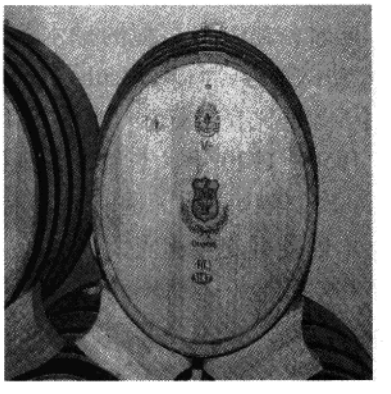


图 2－14　法国科涅克标准橡木桶

（3）西班牙 西班牙木桶在形状与大小上变化很大。最典型的橡木桶是用于贮藏雪利酒的 butt，在里奥哈（Rioja）和其他地方的美国木桶，类似于法国的 225L 橡木桶。

（4）葡萄牙 pipe 是葡萄牙最著名的葡萄酒量具。葡萄牙的木桶，大小与形状变化很大，用来自于法国、美国甚至是葡萄牙的橡木制成。

（5）意大利 大的或者老的木制容器叫 botti。过去，意大利主要使用来自斯诺文尼亚的橡木，有各种不同的容量，但波尔多木桶越来越普遍，有时称为 carato。传统的，用于 Vin Santo 的小木桶是容量为 50～225L 的 caratelli，垂直放置的大木桶也称 tini。

（6）阿根廷 容器为 gonc，传统上用于生产托卡伊（Tokay），通常以生产橡木桶的村子来命名。

（7）美国 在广泛使用法国橡木桶之前，美国酿酒师购买贮藏威士忌的 190L 美国橡木桶。20 世纪 80 年代，威士忌销售的下降导致对葡萄酒厂输出橡木桶的减少。美国酿酒师主要使用从法国进口的木桶（barrique 和 piece）。

（8）澳大利亚和新西兰 广泛采用的是 300L 木桶（hogshead）。还有从法国进口的传统型木桶（barrique 和 piece），或从法国进口桶板，做成容量为 450～500L 的 Puncheons，这种木桶容量太大很难赋予酿酒师所希望的橡木香味。

（9）中国 葡萄酒主要采用 225L、300L、500L 的小橡木桶，大橡木桶有 2000L、3000L、5000L。白兰地多采用 300L、350L 及不同容量的大橡木桶。其中，以 225L、300L、350L 比较普遍。

实际上，由于酿酒工艺的差异：一些白葡萄酒是将葡萄醪或未发酵的葡萄汁放进木桶中发酵，也有将发酵结束的葡萄酒放入木桶中，加入一部分酒脚，使其处于悬浮状态。红葡萄酒的酿造是在不锈钢罐中发酵，有时也在木桶内发酵，或在酒精发酵或苹果酸－乳酸发酵结束之后，将葡萄酒放进木桶中成熟。因为木桶的卵型形状能够使沉淀聚集在桶内较低的位置，然后从酒中除去。所以，通常是将未澄清的葡萄酒或葡萄醪放进木桶内陈酿或发酵。

第六节 立 式 大 罐

立式橡木大罐（见图 2－15）的形状是下面大、上面小的锥型罐，桶箍围绕桶底将桶板紧密地固定在一起。

这类容器特别适合红葡萄酒的发酵，容量多在 30～60t，甚至更大。它的容量取决于葡萄园的面积，这种葡萄园的葡萄完全在内部加工，根据一次收获量，或一次主发酵量来确定罐的容量。

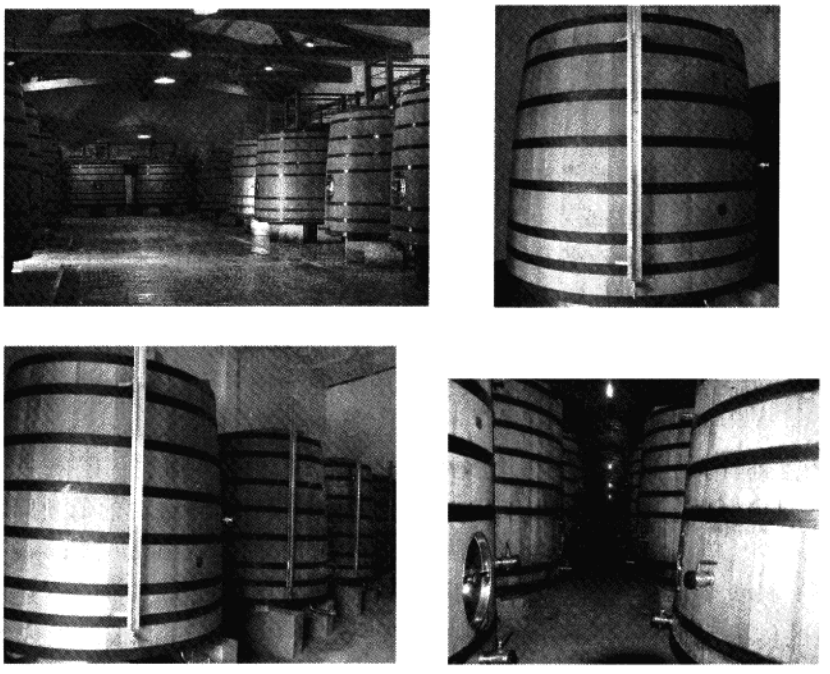


图 2－15　立式橡木大罐

立式大罐形状各异。狭长的罐顶使罐很容易被盖住，而且，便于发酵时的压帽及测量温度，并通过不同程度的压帽来调节发酵温度，这样有利于发酵过程中固体葡萄醪的移动。

今天，通过在罐上部安装自动化设备，进行日常的指标测定，包括密度、温度。

在发酵过程中，敞口型大罐能够通过热量散失促进侧面醪液的温度降低，而直立面则会减缓这些交换。

当葡萄酒发酵结束和分离后，可以将罐顶固定，用作贮酒罐。

立式罐可以采用橡木，也可用栗木制成。

一些大的立式木罐可用于贮藏和勾兑葡萄酒。例如，在法国南部，有一种木制容器（thuir）可以装 1000t 的葡萄酒，自身重量达 100t。

立式大罐的制作和小橡木桶的制作遵循同样的原则，采用使木板略微弯曲的加热方式。在整个使用过程中，大罐也会逐渐消耗尽木板的成分，使陈酿作用丧失。今天，在某些地方仍然有一些制造大罐的厂家，这些大的橡木罐用来发酵葡萄酒，能够提高葡萄酒质量。

第七节　卧 式 木 桶

卧式木桶是一种很大的圆形或椭圆形木桶（图 2－16）。

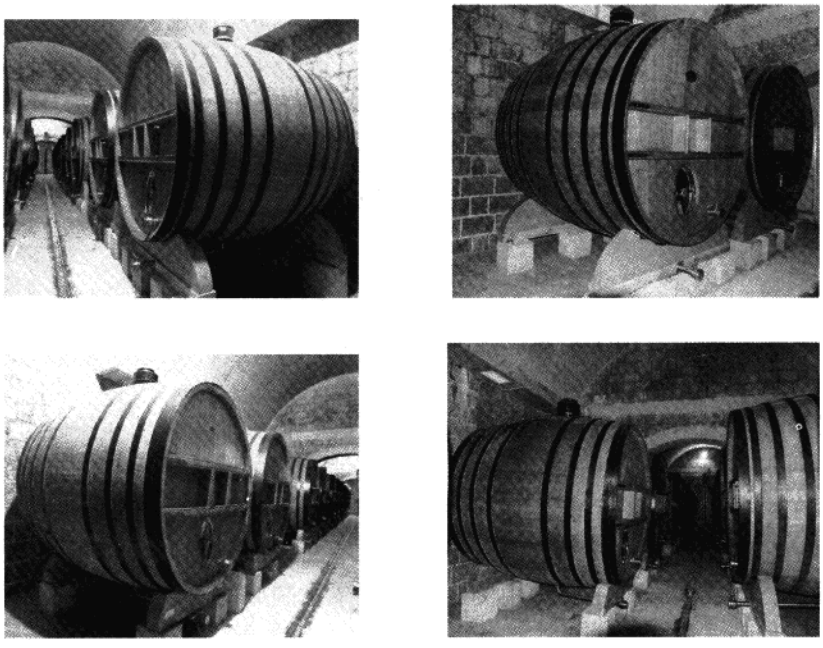


图 2－16　卧式木桶示意图

卧式木桶曾经用于运输葡萄酒。实际上是由放置在一个平台上的两个大桶组成的“酒库运输器”。

这些容器的制造和维修需要“大桶制桶师”专门的技巧。

与立式大罐相对应，卧式大桶的底部是垂直的，并且稍微凹进以较好地支撑内压。卧式木桶需要用支架使其就位。

在德国，大桶（hogsheads）也用于酿造啤酒，但不是为了成熟，啤酒主要是采用工业化生产的。桶板用大管道加热，或采用蒸汽加热，用压力使其紧密并组装在一起。对于这种木桶，木板用绝缘外套包裹，所以，啤酒不会与木板直接接触。

卧式大木桶本身很吸引人，带有诱人的外观比例和良好的设计，它的高度和长度几乎相等。用于制造这些大桶的木板厚 8～10cm，容量约 25t。小木桶桶板较薄（4～6cm），木板纹理中到宽。为了方便组装，需要用耳轴定位，当然，使用的橡木板要经过严格的选择。

在卧式大木桶制造过程中，桶板的弧度是采用干热方式弯曲的。和小橡木

桶一样，采用木块火烘烤。用 20 个桶箍将这些桶板紧紧地箍在一起，见图2－17。



图 2－17　桶箍箍桶示意图

卧式大木桶主要用于贮藏和成熟红葡萄酒，当然，也可用于发酵某些白葡萄醪。

另外，在大木桶上还安装有龙头、排气阀、容量计等。

在阿尔萨斯，木桶上常有美丽的雕刻设计，这种设计显示了制桶匠的艺术素养。在这一地区，甚至能见到在一个大木桶中装有 1472 年的葡萄酒。显然，这桶酒是在贮藏过程中，当上部有空隙时，不断添加“新酒”而保存下来的。

过去，卧式大木桶主要是用樱桃木甚至栗木制成的。近年来，开始使用橡木制作这种卧式桶。

对于大木桶而言，为了便于运输，通常是将木板拆卸，到达目的地后，将它放进酒窖中再进行组装。拆卸与安装操作需要在专业制桶师的指导下，对每一块木板仔细编号来进行。

第三章　橡木桶制作

橡木桶由两部分组成：一是由28～32块木板组成桶体，由12～16块木板组成桶底（也称桶头）；二是桶箍，厚度大约是27mm，桶箍将桶板紧密地包容挤压在一起。

橡木桶制作通常包含原木选择、木头干燥、劈切、木板风干、短截和组装、塑型和烘烤等步骤。

第一节　原 木 选 择

原木理想的树龄是100～150年，不应该选择已枯竭的晚年树。木桶制作过程是从对原木的选择开始的。

伐树意味着终止树的生命，结束树的自然生长过程。伐树的最佳时期在冬天，当冬天树液停止流动时砍伐树木，即从11月到次年3月，树处于明显休眠时进行。

制作容器的橡树应该选取树的最直部分，纹理直，颜色浅，没有疤节。树的长度和直径足以制作容器。

制作容器的第一步是选择原木或已去皮的浅色木头：将原木截断，制作小桶的原木长度应达到100～110cm或加倍，足以制作桶板。然后，去掉木头的最顶端部分（原木的最低部分）及其上的树干（枝）。制作木桶的木头，直径必须达到45cm。可以使用较年轻的橡树，树龄在120～130年。对于橡树而言，这已经是一个重要的年龄，大多数专业人士会采用这样的选择标准。

橡木必须具有下列特性：

（1）树干直或年轮居中，具直的纵向纤维。

（2）木头为浅色，无疤结，尤其是没有腐烂的痕迹，无裂痕，无蠕虫洞，无由霜冻引起的劈裂，无边才。

（3）纹理直，颜色一致，与纹理有关的年轮清楚，年轮狭长、规则。

（4）具较强的抗击打性能和良好的绝热性。

（5）不太“丰腴”，树已进入成年期。

（6）能够通过雕刻、弯曲形成木桶的凸出部分，即木桶的圆形形状。

（7）具有使葡萄酒成熟的微孔。

原木及木块年轮示意图见图3－1。

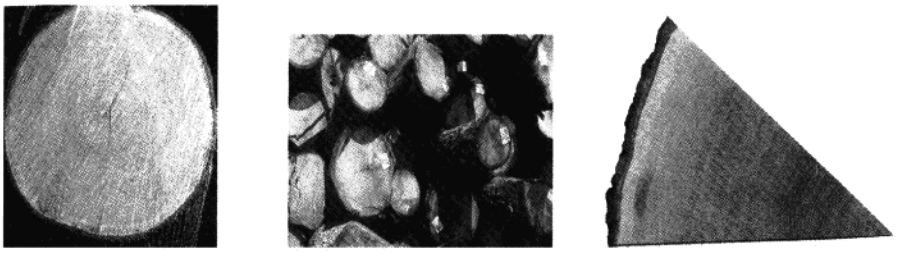


图 3－1　原木及木块年轮示意图

上述要求已经成为原木专业的、高水平的质量标准。

将原木纵向切割或劈裂成木板，再装配橡木桶的桶体、桶底、桶头、交叉或横梁部分。法国橡木用斧劈开，美国橡木需要用锯锯开。法国橡木的利用率只有美国橡木的一半，所以，二者的价格差异巨大。

标准原木及不规则原木见图 3－2。



(1) 标准原木　　(2) 不规则原木

图 3－2　标准原木及不规则原木

表 3－1 所示为根据用途对木头进行的分类，这些典型要求与一些酿酒学的具体指标结合，加上制作工艺，对木桶及其贮藏的葡萄酒和白兰地产生影响。

表 3－1　　不同用途橡木的结构

	家具和木桶用木	建筑用木
直径/cm	>35	>30
边材/mm	<30	没有限制
年轮宽度/mm	≤4	没有限制
颜色	颜色一致、浅色	没有要求
心疤结/mm	<15	≤40
心偏离中心	10%	没有限制
弯曲	≤3%	没有限制
收缩裂缝出现情况	是否在同一直径上	没有限制

法国对橡树林的控制已经超过了两个多世纪。法国橡木除了自己制作木桶外，也有大量的出口。1998 年，美国从法国进口橡木 4265m^3，从意大利进口

1032m³，从西班牙进口 164m³，从澳大利亚进口 7787m³，而法国也从美国和中欧进口橡木。由于市场对木桶成熟葡萄酒的需求量不断上升，使法国木桶制造业得以较快发展。例如，在法国每年 500000 只木桶的订单中，有 2/3 是用于出口的。

在实际生产中，1m³ 的木桶容量必需 5m³ 的原木，可以生产 10 只橡木桶，其余是废弃物和下脚料。由于科涅克周边企业从临近区域进口原木以满足当地高的需求，因此，来自夏朗德（Poitou Charentes）区域的产量相当大。

第二节　木 板 切 割

首先，去掉树杈和边材，然后，将原木纵向切成四部分，即从横断面部分切开得到桶板（见图 3－3）。

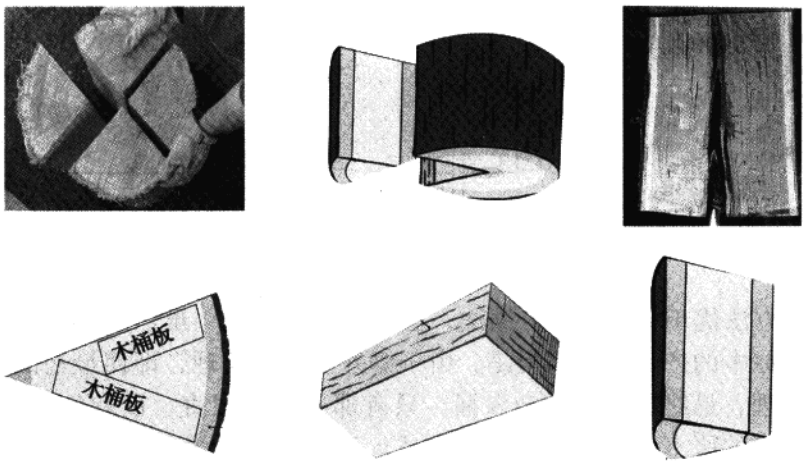


图 3－3　原木的切割

由于美国橡木比欧洲橡木孔少，可以用锯将美国橡木从 1/4 处锯开（见图 3－4），这是传统的四分锯法，这种方法可以使每一个原木的产量达到最大。也有一些美国桶匠采用将树锯成两半的方法。但是，对欧洲橡木而言，如果采用锯开的方法，会出现渗漏。因此，需要用斧来切割或劈开。小心地顺着纹理劈开可以将渗漏危险降到最小。传统的欧洲橡木采用手工劈开的方法，使斧柄顺着纹理（见图 3－5）。今天，采用机器控制斧通过木头断面顺着纹理制成桶板。

第二种方法称为四分锯法，采用这种方式将欧洲橡木纵向劈成四部分，然后劈成八份，图 3－3 所示为用手锯切开的可变宽度的桶板，比传统的用带柄斧手工劈开浪费更少。缺点是一些桶板具有与木桶垂直的纹理。

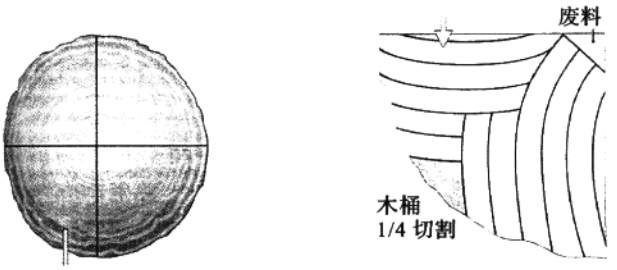


图 3－4　美国橡木传统的 1/4 锯法

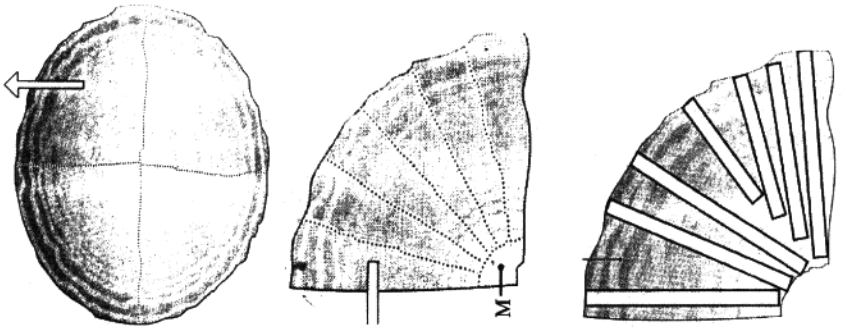


图 3－5　欧洲橡木传统的手工劈法

这种方法优于传统的四分锯法，但是不如手劈法。虽然用锯比用斧切割更有效，原木的产率更高。但是，由于锯并不顺着纹理，即使最初的原木有很直的纹理，最终的桶板也会渗漏。只有那些纹理很直，没有疤节或瑕疵，稀少、昂贵的原木才可以采用这种方式。四分切割技术只针对原木的切割，虽然这种方法对木头的利用率高，但是，它增加了渗漏的危险。两种锯切方法见图3－6。

横切面的环裂和心裂见图 3－7。

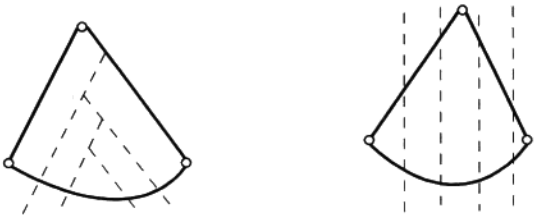


图 3－6　两种锯切方法



(1) 环裂　　(2) 心裂

图 3－7　横切面的环裂和心裂

一些制桶师也采用锯切割欧洲橡木，在桶板的顶部、横梁处刷上油漆，防止顶端纹理渗漏。由于许多桶板是采用锯和斧劈结合生产的，因此，采用传统方法生产的欧洲桶厂浪费相当大，所以，用法国橡木制作的木桶相对昂贵，木头的费用可以达到 200 欧元，几乎占木桶费用的 1/3。而用锯制作的法国木桶具有诱人的经济性。试验显示，用斧劈得到的木板生产的橡木桶比用锯开木板制作的橡木桶贮藏的酒风味更优雅，更谐调。因为，后者会暴露更多的纹理，给葡萄酒带来更多的粗糙单宁。

第三节　风干与干燥

将木头锯开或劈开后，一定要进行干燥。否则，做成木桶后，木头会不断失水，木桶就会渗漏。干燥过程既可以在露天进行自然风干，也可以采用人工烘干。

风干是木桶制造过程中最重要的环节之一。因为，它能使木料发生各种变化，并且，这种变化有助于橡木桶发挥其贮藏作用。新砍伐的树，含水量近 80%，制成桶板后，含水量降低到 15% ~18%，而且，所有这些过程都使木头保持“活着”的状态。

风干是一个温和而重要的阶段。怎样处理木头才能使其适合制作橡木桶？通常，将木头露天放置 3 年，对于 27 ~30mm 厚的木板，再放置 24 个月以上。传统的，法国橡木每 10mm 厚度需干燥 1 年，所以，通常需要 18 ~36 月的时间使木头变干。当然，这一过程取决于存放位置、气候条件、风向和空气湿度。这样做主要是为了获得木头牢固的机械性能，而且还能使其潜在质量得以发展。木头及其内部的纤维必须保持柔软，而且能够活动，即必须在最终的木桶中保持这种生物材料的特点（见图 3－8）。

当制作容器的木头到达桶厂后，垛放在易于识别的托盘上以便追溯它的来源，并按照一定的方式排列使周围的空气循环。然后，连续 3 周从上向下浇水。通过冲刷可以消除木头内外的苦味汁液，并有利于静态干燥过程。将木头



图 3－8　木板的风干

放置在各种气候条件下（风、雨、冷和热）露天持续干燥。木头在这一过程中持续时间越长，制作木桶时花费的时间越少。

经过不同条件的长期露天干燥后，木头所含的水分会出现差异。为了使干燥更均匀，将木头放置在垂直的槽中约 10d，使其达到使用时所需要的稳定性。

干燥过程需要不断耐心地观察和一定的专业知识，同时，周围的气候条件也相当重要。法国夏朗德地区温和的、有规律的气候变化非常适合这项工艺，法国卢瓦尔河、勃艮第和有相似气候条件的其他区域同样如此，而法国南部则不能这样进行操作。

另外，要将木板敞开垛放在远离工业区或其他污染源的地方。由于占用太多资金，许多制桶厂被迫采用人工干燥方法，通常需要 12 个月。

许多有质量意识的酿酒师愿意付出更多的财力将木头进行露天自然干燥。首先，人们认为采用人工烘干方式得到的木头，干燥并不完全，制成的木桶渗漏更严重。其次，自然风干会降低木板稳定的浸渍性化合物，提高它的香味潜力。当木头在室外干燥，颜色变灰时，它下面的地面变黑，粗糙单宁从木头中流出来，在自然风干木头制成的木桶中成熟的葡萄酒，比在人工烘干木头的木桶中成熟的葡萄酒含有较少的劣质单宁。研究认为，在干燥过程中，木头中的单宁含量变化很小，但它们的感官作用却在变化，随着风干，法国橡木的单宁变得柔和，而美国橡木的单宁则更强烈。

在自然风干过程中，木头表面和内部形成的霉菌和酶对橡木及其后的风味起着关键作用。木头表面形成的霉菌胞外酶（exocellular enzymes），主要是异构酶（heterosidase），能使某些苦味成分转化成更中性的风味成分。同时，木头中的结合态葡萄糖和多糖会释放出来。

人工干燥后的木材含有较多的单宁和苦味。快速脱水和缩短储存时间可以防止橡木的化学成分受到影响。与自然风干相比，人工干燥的橡木有时会产生令人不愉快的香味（松树味，树脂味），并且，芳香潜力较低。风干方式对橡木桶成分的影响见表 3－2。

表 3－2　　风干方式对橡木桶成分的影响（Vivas etal，1997）

成　分		自然风干（24 个月）	人工干燥（6 个月）
酚类成分	干浸出物/（mg/g）	97	134
	总酚/（IFC）*	19.6	22.5
	鞣酸/（mg/g）	17	24
	总鞣酸单宁/（mg/g）	52	69
香气成分	β－甲基－γ－内酯/（μg/g）（顺式）	93	33
	β－甲基－γ－内酯/（μg/g）（反式）	21	62
	顺式＋反式	114	95
	丁香酚/（μg/g）	15	7
	香草醛/（μg/g）	47	4

注：* Folin－Ciocalteu 指数。

风干引起的变化主要表现在：机械抗性增强，外观坚硬；酚类化合物降低使苦味、涩味和可提取颜色降低；出现香子兰、椰子和丁香的芳香。

一些制桶厂认为，在空气中干燥时间的长短并不重要，重要的是木头暴露到雨水中的时间及干燥的温度。因此，也可以用人工淋水来模仿下雨。

在气候温暖的国家，木材需要浸泡，以防止日晒引起损坏。但是，浸泡会降低木材的耐用性，并损失掉大量的芳香物质。

风干时间 9～36 个月，目的在于将木头的湿度从 60% 降低到 16%。如果是自然风干，最初的 10 个月为强脱水阶段，接下来是木材的熟化期。

在法国，不同地区的气候差异无法使木头的湿度降低到所需的 16%。因此，不得不进行人工脱水。如果在开始风干之前已经达到熟化，人工脱水不会影响木材质量。

第四节　短截与组装

短截就是将木板截成理想的长度，桶板的长度必须相同，而且要比桶体略微长一些。通常对新鲜木头切割有利于避免瑕疵。

桶板应该具有下列特点：

（1）桶孔板相当重要，宽度应达 10～11cm，应该专门挑选具有较好机械性能的木头。

（2）与桶孔板相连的桶板，应狭长且较厚。

（3）其他桶板，宽而不厚，可以有微小的缺陷。

（4）制桶匠在组装之前要仔细测量木板，要考虑在火上紧箍过程中的损失。

一旦桶板干燥充分，便开始组装成木桶。由于木板加热后能够弯曲，因此，可以通过适当的加热来塑型。

组装是将桶板按顺序直立排列在固定箍的内部。采用宽而狭长的桶板以使木桶达到良好的平衡，其他固定箍根据位置安装和紧密。包括：配对（pairing）、内部刮削（scraping）、削尖（arrowing）和连接（jointing）等步骤。在美国的许多制桶厂，这些工作都是由来机器完成的。

首先，将桶板按长度截削成两端呈锥形的长条。传统的修饰木板的工作采用手工完成。将桶板编号，用斧将桶板削成一个双锥形。

然后，用双柄空心刀将桶板的内部加工成扇形以便弯曲，最后将桶板在接头处连接。所有的边沿进行自然拼接，用桶箍固定桶板，不使用任何溶剂。连接要柔和、紧密，这样，桶板便形成木桶最终的形状——中间圆、底部细长。现在，即使在法国，许多这样的工作也都是由机器完成的，以最大限度地节约时间与人力成本。

最后，制桶匠将桶板固定在架子上，使每一个木桶都成为同样的圆形，特别结实的宽板选择做桶孔塞的桶板，在这些桶板的周围安装“提升”铁箍。这时，木桶看起来就很像是一个裙子或者是一个从顶部桶箍张开的圆锥形帐篷，这项工作需要很强的技巧。

第五节　紧固与烘烤

木火加热是木桶制作过程中最重要的环节。加热可以调节木桶的物理与化学成分，并显著影响贮藏在其中的葡萄酒的质量。

将火盆或炭盆放在桶的内侧燃烧木头碎片，尤其是用制桶过程中切削的碎

片，橡木碎片是这一过程中唯一允许使用的木料。炭盆的开口向上，直径为20～25cm，小于木桶的直径，以使加热不过于强烈。最初加热时，在未制成的木桶周围放一不锈钢钢缆，当木桶加热时，电缆逐渐收紧，将桶板紧密地连在一起。为了细化这项操作，用湿布来保持恒定的湿度。当加热足够时，小心地收紧，使桶板之间更紧密。用桶箍取代电缆，然后将木桶倒置，在木头仍然热的时候，安上新桶箍并定位。再次将桶板紧固，使接缝成为一条线。最后，点燃火盆上的碎屑，使木板能弯成曲线。这一操作相当重要，会影响到木桶的寿命。数小时后，木桶逐渐冷却下来，完全冷却后，及时去掉木桶上的固定箍。木桶的紧固见图3－9。

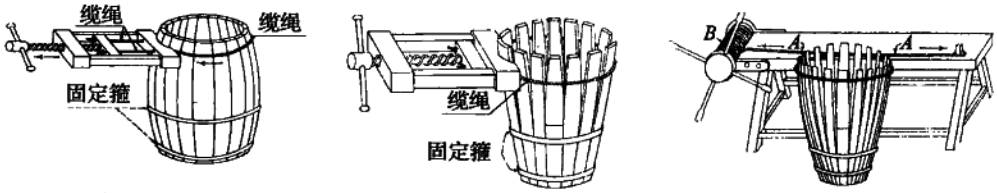


图3－9 木桶的紧固

需要注意的是，橡木类型不同，加热所需要的时间和温度不同，以能穿透5～10mm厚的木板为原则，不同烘烤程度对应的时间和温度见表3－3。

表3－3 不同烘烤程度对应的时间和温度（Nicolas Vivas，2000）

烘烤程度	时间/min	温度/℃
轻度（LT）	30	120～130
中度（MT）	35	160～170
中度＋（MT＋）	40	180～190
重度（HT）	45	200～210

除了用木火外，对橡木桶的塑形也可以采用天然气、蒸汽、沸水等，但效果均不如木火。一些制桶厂采用沸水和蒸汽对木桶塑型，用木火烘烤来完成木桶成型。

天然气、沸水、蒸汽能有效地加热木头，使桶板弯曲，而不会在桶板内部产生气泡。许多酿酒师喜欢这项技术，因为木桶容易清洗，也有喜欢用木火来塑型，而桶内烘烤会给葡萄酒提供有趣的烘烤香味。木桶在火上时间的长短对橡木桶内表面及酒最终的香味有显著的影响。现在，酿酒师可以预先提出对木桶烘烤度的要求，也可以根据需要烘烤桶底（头）。

在烘烤过程中，木材会产生蒸汽和烟，所以，制桶工人在弯曲板材时要使

用少量水，以防止其重新加热时被炭化。烘烤过程中，影响化学变化的因素主要是温度和时间。

温度升高，会伴随不同物质的产生和分解。例如栎木鞣花素和栗木鞣花素在163℃分解，没食子酸分解温度大于250℃，鞣酸分解的温度高达450℃。烘烤能提供化学反应所需的能量。加热方式（蒸汽、红外线和燃料木片等）和火焰大小决定了能达到的温度。刨花产生的烟会给酒带来异味。

烘烤过程中，会启动慢反应过程（包括化学平衡）。

调整水量能够调整水解反应，因此，制桶工人会根据木材类型和被加工的木桶容量估计需要增加的水量。

当木板风干“成熟”时，将它进一步制成桶板，18～25块板堆积成一组，再用桶箍塑成木桶的形状。通过加热使桶板弯曲成型，再通过烘烤过程来校正木材的异味化合物。

提高温度（＜7℃/min），逐渐弯曲木板。当木板的内部温度约为200℃，外部温度为50℃时，弯曲过程结束。一些木桶厂用蒸汽或热水弯曲，能够保证在去除苦味和单宁的同时不破坏木板。

“烘烤”或“加热”过程将木桶的最终形状固定，并引起木材的结构成分变化。也可以通过烘烤桶底，来调整木桶的芳香物质。实际中有采用对单个桶底烘烤和两个桶底都烘烤的方式，以增加烘烤面积。如波尔多木桶，桶底的面积大约占交换表面积的20%。

现代技术用于木桶烘烤目的在于提高产品质量的稳定性，保证加热过程规则、均匀，以防木材炭化，出现泡疤。例如，发明的“热敏感应器”，可以在温度达到最高时进行更为客观地控制。开发的用于控制温度和加热方法的计算机辅助监测程序（长期监测），可以根据显示的温度，采用增加燃料或喷水的方式调节加热。安装红外线传感器可以使制桶师更精确地监测变化过程。现代检测技术可以更好地确定木材的芳香潜力和加热类型。

第六节　安装桶底

桶身做好后，需要制作桶底，桶底是用5～6块板用木钉或不锈钢无头钉固定在一起的，切成卵圆形，然后镶嵌固定进桶体的凹形槽内。

1个桶底，至少需要5块板，甚至7～9块板。主板位于中间位置，主板上有排渣孔。两侧的木板称为支柱，这些板在末端、轮缘上。接头在中间，中间凹陷，有利于防水。木板之间采用木钉连接，木板的连接处放上芦苇片，以保证桶底能够防水。

在桶底上画一圆弧线，沿圆弧线下锯，让外部多出2～4mm的宽度。在木

桶紧密的过程中，宽度会收缩，而长度不会改变。

先将木板刨光削圆，再切削桶底的内、外部，使其适当地倾斜以便能放进底槽内。

将桶箍从桶底除去，用面粉和水混合成特殊的面浆涂抹在底槽上，桶底的主板被精确放进桶孔板对面的底槽内。移开木桶，用锤子从里面敲打，桶顶被放进底槽内。对于另一个桶底，从里面无法工作，需要使用特殊的“桶头拔具”（head puller）将桶底定位。

以前，这些工作都采用手工操作，现在多采用机械制作，机械代替了一系列传统的制桶工具，最后桶头被固定进木桶顶部。

木桶的第一道桶箍宽而厚，被称作“模具箍”（molding hoops）。其他的桶箍用铁制成，根据位置安装。在不同的区域桶箍的尺寸不同。

每一个桶箍都有自己的名字：紧挨桶孔的箍称为“桶腰箍”，然后是一个大的护圈，接着是数厘米的小护圈。再就是第一次倾斜，最后，在顶端即桶头或紧挨桶头处倾斜以使其具有良好的密闭性和防水性能。

桶箍也可以采用栗木制造，现在，制桶厂多用镀锌铁制作桶箍，它能较好地防止生锈。

第七节　橡木桶成型

木桶出售、装运之前，将其水平放置，刮削修整外表，使其表面光滑、外观诱人，同时，也便于进行酒窖操作。然后，在桶板上钻孔注射进蒸汽或热水来检测木桶的渗漏情况。如果测试情况良好，钻桶孔，并烧灼，除去临时箍，固定上最终的箍。最后，制桶师签上自己的名字（见图3－10）。

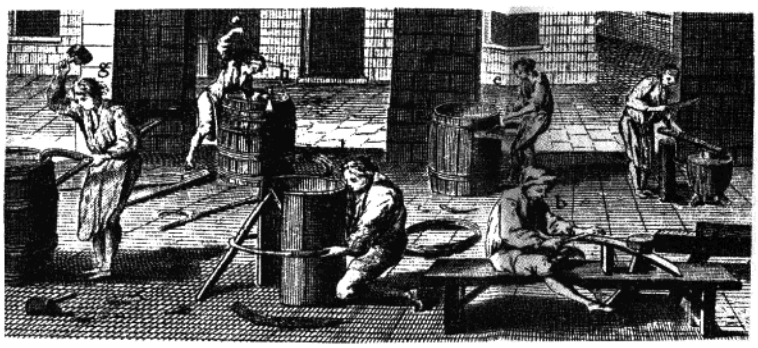


图3－10　木桶的制作简图

发运之前，大桶需要用沸水试验以确保其没有缺陷。将20～30L沸水注入木桶内，沿不同方向转动木桶，以消除在加热过程中黏附在木桶内表面的灰尘、碎屑。至此，制桶师即完成了整个木桶的制作工作。

这时，当你进入制桶间，看到一排排木桶，闻到夹杂着各种气味的橡木味时，你会联想到橡木的起源、风干时间、烘烤及制桶师的斧和锯，你会决定是延长还是缩短木桶与酒液接触的时间等，这些已经成为酿酒过程的重要环节。表3－4和图3－11所示为木桶制作的主要过程和关键控制点。

表3－4　　木桶制作步骤及其关键控制点

程序	主要步骤	关键控制点
1	挑选、购买、验收原木和板材	控制原产地和质量标准
2	劈开原木	确保防水性能良好
3	储存木材，根据木桶厂的要求，自然风干9～36个月	确保达到最佳陈酿条件
4	顶端的准备：使用木榫和环将木板固定，保证其防水性	防水性能
5	桶板的准备：截短，垫衬板，连接，安装	检测木板（无木瘤）的纹理和防水性能，确定直径和木板数量
6	临时给木板做标记，标记要便于追溯，符合客户的规范要求	每个木桶的原木来源，包括客户的说明书
7	组装木桶，确定外形	—
8	加热（或预加热），弯曲	弯曲木板，防止折断
9	重新加热或烘烤，检查	按批次进行，控制均匀性，防止出现泡疤（温度太高）
10	修整、固定顶端，组装刨平，使用面浆以确保顶端的防水性，通过带尖器具的旋转运动，把面浆抹在凹槽上	防水性能
11	检查质量	添加几升热水或蒸汽，检查防水性能
12	安装顶部，固定桶箍，表面处理，打标记并由制桶师签名，包装，储存	符合客户的规范要求

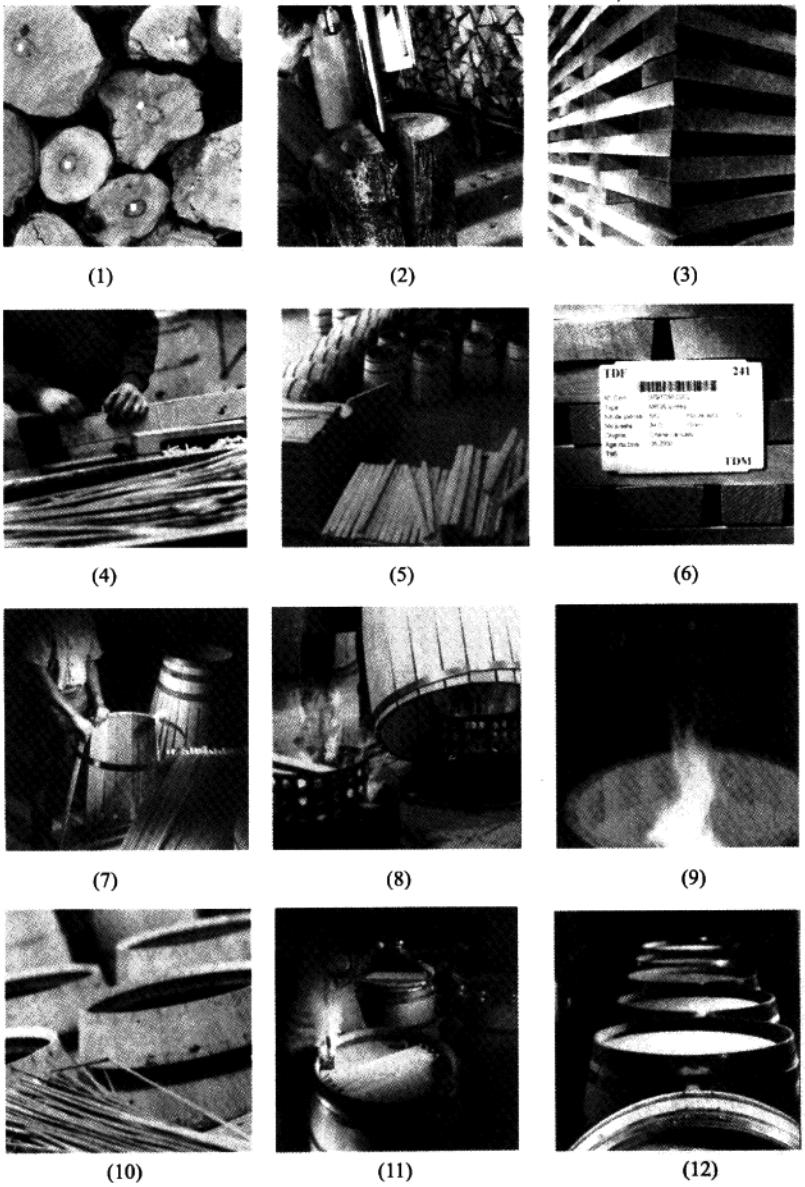


图 3－11　橡木桶的制作过程

（1）挑选原木　（2）劈开原木　（3）将板材堆垛，留出足够的空间，进行风干
（4）使用木榫和环组装顶端　（5）组装木桶前挑选板材　（6）做临时标记　（7）组装木桶
（8）对木桶加热　（9）重新加热或烘烤　（10）组装凹槽顶端
（11）完成木桶制作：打印标记　（12）包装之前的成品木桶

第八节　橡木桶的更新与发展

随着贮酒次数的增加，木桶的贮藏效果逐渐减弱，以至于完全失去使用价值。因此，如何对木桶再利用就成了人们关注的问题。在新世界葡萄酒国家，普遍采用刮去木桶内表面的方法来延长木桶的使用时间。其方法是刮去木桶内表面附着的色素和沉淀层，再重新烘烤，并根据使用情况确定其烘烤水平。如果不烘烤，酒与原木完全接触，两者之间没有任何缓冲，木板提供给酒的是粗涩的单宁。由于这些用过的木板已渗入了酒精和酒的其他成分，所以，刮削、烘烤对相对年轻（2～3 年）的木桶效果较好。而对老木桶，即使刮削后再烘烤，也只能获得一般质量的陈酿葡萄酒。

另一项技术是除去木桶的桶底（顶），在桶底上嵌入一些小橡木板。这种嵌入的小橡木板，每隔 1 年左右需要更换 1 次。这种重复的敲打常会使桶板裂开，而且，也难以确定新木板的用量。但是，这样做比刮老橡木桶贮藏的葡萄酒质量更好。

最近，还出现了另外一种新技术，即木桶的桶板由 2 层组成，内层与酒液接触的部分是天然的橡木，可以是不同产地和不同来源的橡木，采用不同的烘烤度。而外层为聚合木板，据说和传统的橡木桶比较，可以节省成本 20% ～30% 。

随着葡萄酒行业的发展，制桶业也在不断变化：

从前，制桶师从专门的供应商处购买木头，商家负责伐树及进行相关的准备。

今天，制桶师已经将所有这些过程——从橡木林到最终的橡木桶完工整合成了 1 个人的工作。

过去，制桶师完全用手工制作橡木桶，每只桶需要 10h。今天，一些琐碎的工作采用机器进行，每只桶仅需要 2.5～3h。

制桶师已由早期的只制作木桶容器的桶匠变成了今天的“香气专家”。

今天，科技的发展对制桶师提出了更高的要求，制桶师需要丰富的专业知识，完全了解橡木与葡萄酒、白兰地之间的关系，了解全球的橡木资源及特点，而且要能够奔走于世界各地。

从 1946—1995 年，制桶行业用工也发生了很大的变化：

1946—1947 年，制作 100000 只木桶需要 5618 名工人；1991 年制作 100000 只木桶需要 1500 名工人；1995 年，制作 100000 只木桶仅需要 269 名工人。

另外，一些大型制桶厂也在葡萄酒产区设立了制桶厂或制桶车间，派制桶

师到这些地方去工作。

这些现象说明葡萄酒行业已经从葡萄园延伸到了森林。酿酒师不但要了解葡萄，也要了解橡木与橡木桶，制桶师也需要研究所使用的橡木来源与成熟的葡萄酒之间的关系。

事实上，生产中某些环节使用机械化能够提高木桶的质量和制作效率。在美国，木桶生产已经实现了工业化。新技术的采用，使橡木桶制造业的质量和效率在不断发生变化。橡木来源、纹理、风干、适宜的加热、有选择的开水烫洗等是木桶制作的关键工艺，已经取得了巨大的进步。

橡木桶是葡萄酒的家园，它在那儿“成长”或者开始它的成熟过程，并通过消除不稳定成分，将那些属于它的特性及独特的风味结合在一起。之后将酒装瓶，酒的新鲜感减弱，在瓶内变得更加成熟。对于酿酒师而言，橡木桶成熟是酿造葡萄酒的一个重要的阶段。

不同森林的橡木具有不同的特点，不同的葡萄酒应该采用不同的橡木。每一年酿酒师都会根据对采收期的预测和对八月份气候的观察，订购不同来源的橡木桶以适应他们的葡萄酒，而不是盲目地选择，每一种葡萄酒需要有自己的“独特家园”。

酿造葡萄酒要满足消费者的需求，使消费者愿意再购买。实际上，葡萄酒作为一种具有复杂特性的酒精饮料，它应该给消费者带来愉悦感。因此，酿酒师不应该只尝试一种特别受关注的葡萄酒，尤其是在一次比赛中得到较好声誉的葡萄酒。

从创造了制桶业的 Celtic 开始，数千年过去了，木桶仍然和我们在一起。而且，人们逐步了解到橡木的主要特点，并将它与优质葡萄酒的酿造紧密结合在一起。这些特点包括：

（1）加热时容易紧固。

（2）易透气，液体不渗漏。

（3）烘烤可以形成葡萄酒需要的香味特征。

（4）通过风干和淋洗，赋予酒涩味而没有苦味，苦味在自然干燥和橡木的淋洗过程中已经被消除。

（5）材料相对轻，与同样容量的其他容器相比，并不太重。

（6）木桶容易处理，可以滚动和转动。

（7）木头能够抵抗微生物引起的腐烂。

由于这些特性，橡木经受住了时间的考验，而且，它外观光洁，赏心悦目，很多时候它成了一种艺术品。

为什么说人们愿意把最优质的橡树，最优良的木桶，最好的葡萄，最灵巧的手和最好的软木塞放到一起？随着科技的进步答案不断被揭示。

橡木桶已经不仅仅只是一只容器，它包含的各种知识：橡木来源、纹理、风干、烘烤等都应该与特定的葡萄酒相适应。将葡萄酒与橡木进行搭配时，应该考虑的质量是木头应具有圆润感，轻的和温暖的颜色，带有浓郁优雅的风味。

第四章　橡木桶与红葡萄酒陈酿

第一节　红葡萄酒酿造工艺

红葡萄酒是通过葡萄汁对葡萄果实固体部分（果皮、种子和部分果梗）的浸渍、发酵得到的饮料酒。红葡萄酒酿造的工艺条件主要包括：

（1）控制葡萄的成熟质量；

（2）葡萄的机械处理（破碎、除梗、装罐）；

（3）发酵与浸渍；

（4）分离与压榨；

（5）后发酵（包括残糖的酒精发酵和苹果酸－乳酸发酵）。

一、葡萄原料

葡萄原料质量直接影响到对葡萄皮的浸渍质量，成为影响红葡萄酒质量的最主要因素。葡萄质量，包括果实成熟度（含糖量、含酸量、单宁、花色苷等）、果实的卫生状况。对红葡萄而言，年份和生长状况更重要。例如，在波尔多地区，同一地块、不同年份由于成熟状况不同，葡萄果实的花色苷和单宁浓度会相差到1/2，而葡萄汁的酸度变化可达50%，糖度波动可以达到15%。根据酿酒学家的定义："优质单宁"能赋予葡萄酒醇厚的结构而没有粗糙感，而"劣质单宁"具有典型的植物特性、苦涩、青草味。"优良品种"与"一般品种"的区别在于前者含有更多的优质单宁。就果实的不同部位而言，果梗、种子含有更多的劣质单宁。

二、浸渍

浸渍是决定红葡萄酒与白葡萄酒在外观、香气、口味方面差异的主要因素。酚类化合物（花色苷和单宁）主要来源于浸渍，参与葡萄酒的颜色和总体结构。同时，在浸渍过程中，香气和香味前体物、含氮物质、多糖（特别是果胶）和矿质元素也会释放到葡萄醪和葡萄酒中。这些化合物来源于果皮、种子或果梗。不同部位提供化学和感官特性不同的酚类化合物。果梗提供青草味，种子提供涩味。浸渍果皮只能产生柔软、不完整、结构简单的葡萄酒，而浸渍果皮和种子能产生更平衡的葡萄酒。葡萄各部位的酚类化合物随品种、成熟度和其他因素的不同而变化。

在浸渍过程中，应该根据葡萄品种、葡萄质量和所需要的葡萄酒类型来调节对果浆成分的提取。优质葡萄酒需要一定的单宁结构，而且，要细腻和优雅，这类葡萄酒需要用来源于优良产区的优质葡萄。轻型、果香型红葡萄酒相对容易得到，对葡萄质量的要求相对较低，但是，如果葡萄质量（品种、成熟度、卫生状况等）差，富含单宁的葡萄酒会使人感到沉重、粗糙，难以饮用，短时间和有限的浸渍会降低不愉快气味。

酚类化合物从葡萄的固体部分溶解到发酵的葡萄醪中，其溶解性取决于浸渍时间，但浸渍时间并不与酚类化合物的含量成比例。色度在浸渍最初的 8 ~ 10d 增加，然后降低，而总酚化合物的变化不同：在最初的数天，浓度增长很快，然后增速减缓。色度和总酚的差异是由于果实中（果皮和种子）单宁的浓度是花色苷浓度的 10 倍，两者的浓度在最初的数天都增加，之后，单宁的损失较小，所以总量仍在增加。再浸渍 8d 左右，葡萄酒的色度达到最大，而此时单宁浓度有限，但有利于保存果味，这种浸渍方式适合早饮的葡萄酒。相反，长期浸渍适于陈酿型葡萄酒，但对葡萄的质量要求较高。

循环与倒罐对于红葡萄酒酿造非常重要，尤其对某些品种，例如，梅鹿特和赤霞珠。酚类物质的浓度和色度随着喷淋条件的不同变化很大。对某些品种而言，喷淋不会影响果皮组织的完整性，有利于更多优质单宁的浸提，赋予葡萄酒浓郁、完整的酒体，而没有苦味和植物的生青味。喷淋时间会影响对果皮和种子单宁选择性的提取，果皮单宁易于释放，有利于生产优质葡萄酒。同时，种子单宁对于优质酒的酿造也是必需的，发酵最后阶段的喷淋可以提取上述化合物。但是，在某些情况下，它会产生富含粗糙、不谐调单宁的葡萄酒，最终的压榨酒薄，无法利用。压帽是指将发酵醪上部的皮渣完全浸入到酒液中，导致帽的分散，强化浸渍现象。对某些品种，例如黑比诺，压帽比喷淋的效果更好，但是对赤霞珠和梅鹿特而言，会增加酒的粗糙性。

新鲜型葡萄酒适宜的浸渍温度是 25℃，这一浸渍温度能使葡萄酒具有好的颜色，并保持果香，陈酿型优质葡萄酒的适宜浸渍温度是 30℃。发酵之后的热浸渍是指先控制适宜的发酵温度，发酵之后，将罐的内容物加热到 35 ~ 40℃，保持数天，能显著影响酚类化合物的浓度和颜色强度。另外，发酵之前，将葡萄醪温度降低到 4℃左右，浸渍数天，能获得更芳香的葡萄酒。浸渍温度对酚类化合物溶解性的影响如表 4 - 1。

当葡萄醪相对密度降到 1.020 ~ 1.010 时，发酵尚未结束，葡萄酒中仍含有糖，此时分离酒液。这种 3 ~ 4d 的短期浸渍，适合于炎热气候条件下的葡萄，酿造的葡萄酒柔和、清淡、富有果香，质量中等，适合于短期饮用。也可用于减少由于品种和产地引起的单宁的粗糙感。

当发酵结束时，马上进行分离，此时，大约浸渍了 8d，葡萄酒不再含糖。

这样酿造的葡萄酒含有最大量的色素和适宜的单宁，酒的香味不会被过多的多酚所掩盖，可以在相对年轻时饮用。

酒精发酵结束数天后分离，在罐内时间可达 2～3 周，这种方法适宜酿造优质葡萄酒。这种延长浸渍的方法确保了葡萄酒变化所需要的单宁。陈酿数年之后，游离花色苷几乎全部消失，此时，葡萄酒颜色来源于花色苷和单宁。

表 4－1 浸渍温度对酚类化合物溶解性的影响（Ribereau－Gayon 等，1970）

浸渍时间/d	温度/℃	色调（OD_{420}/OD_{520}）	色度（OD_{420} + OD_{520}）	花色苷/（g/L）	单宁/（g/L）	总酚化合物（高锰酸钾指数）
4	20	0.54	1.04	0.54	2.2	39
	25	0.52	1.52	0.63	2.4	45
	30	0.58	1.46	0.64	3.3	55
8	20	0.45	1.14	0.59	3.0	43
	25	0.56	1.62	0.61	3.2	48
	30	0.56	1.54	0.62	3.6	55
14	20	0.53	1.16	0.49	2.5	48
	25	0.51	1.36	0.59	3.5	58
	30	0.56	1.44	0.58	3.8	59
30	20	0.56	1.45	0.38	3.5	63
	25	0.67	1.20	0.39	3.7	67
	30	0.80	1.47	0.21	4.3	72

三、酒精发酵

葡萄醪入罐后，对醪液进行循环，使加入的 SO_2 分布均匀。同时，接种酵母菌，并将温度控制在 20℃左右。由于酵母生长阶段对热相当敏感：当最初的温度达到 26～28℃时，常常会产生过多的挥发酸，并出现发酵障碍。对于短期饮用的新鲜葡萄酒，适宜的发酵温度为 24～26℃，对于长期陈酿的优质葡萄酒，需要浸渍足够的酚类物质，发酵温度可以达 26～30℃，甚至超过 30℃。

发酵开始后，必须进行有氧循环。循环有利于酚类物质的浸提，循环次数根据葡萄酒类型和葡萄质量而定，发酵葡萄醪每 1～2d 循环 1 次。发酵结束后，进行密闭循环，避免暴露氧气。对部分满罐的醪液，延长浸渍时，需要每天 2 次的循环操作以浸泡好氧微生物。仅仅靠循环难以重新启动缓慢或障碍性发酵。

通过测定挥发酸浓度以检测细菌的污染情况，但是，酵母也会产生挥发酸，在某些恶劣的环境条件下，酵母产生的挥发酸可达 0.5～0.7g/L（醋酸），通过测定两种乳酸（L－乳酸和 D－乳酸）的浓度可以鉴定醋酸的来源。在发

酵过程中，酵母产生每升数毫克的 L－乳酸及低于 200mg/L 的 D－乳酸。发酵开始时过高的温度会提高挥发酸水平。

当葡萄醪的相对密度降低到 1.000 时，比重计不足以精确测量发酵的变化。此时，残糖和密度之间的关系更复杂，二者之间没有直接的对应关系。当相对密度降低到 0.991 ~ 0.996 时，需要测定残糖的含量，并根据残糖含量，确定发酵是否完成。另外，自流酒的密度比压榨酒低，后者浸渍的成分更多。当还原糖小于 2g/L 时，酒精发酵结束。但是，需要注意的是，用测还原糖的方法测定的糖通常还包括葡萄糖、果糖以外的其他还原性物质。压榨酒及腐烂葡萄酿造的酒，发酵完成时，还原糖会小于 3g/L。今天，果糖和葡萄糖的分析方法越来越多，发酵结束时，二者总的浓度为每升数百毫克。

四、苹果酸－乳酸发酵

苹果酸－乳酸是酿造红葡萄酒必须的工艺条件。在乳酸菌的作用下，葡萄酒中的苹果酸被分解成乳酸和 CO_2，葡萄酒的酸度降低，生物稳定性提高。苹果酸－乳酸发酵可以降低 2 ~ 4g/L 的总酸（酒石酸计），发酵 1g/L 的苹果酸约可以降低 0.6g/L 的总酸（酒石酸计）。苹果酸－乳酸发酵也可以产生乳酸乙酯，对酒体有影响，另一种重要的次级成分是双乙酰，浓度适宜时，可以增强香气的复杂性，含量高于 4mg/L 时，使葡萄酒产生典型的奶油香气。苹果酸－乳酸发酵后，由于酸度降低，pH 升高，花色苷的褪色作用使葡萄酒的色度降低，鲜红色减弱。另外，花色苷和单宁之间的缩合反应也可以调整和稳定颜色。在一定条件下，某些乳酸菌株也可以将组氨酸通过脱羧作用生成有毒的组胺。

经过苹果酸－乳酸发酵，葡萄酒的感官作用得到显著改善。葡萄酒的香气更复杂，醇香增强，典型性和坚固性改善，口味更柔和、丰满和肥硕。这是由于苹果酸的口味与单宁的涩味难以谐调，苹果酸具有粗糙、生青、未成熟的果味，而乳酸具柔和的奶味。

当苹果酸－乳酸发酵在木桶中进行时，葡萄酒的香气更复杂、优雅，橡木特点更谐调，单宁更丰满和柔软，但木桶内发酵增加了劳动强度。

通常情况下，在酒精发酵结束，酒液分离后，即开始监测苹果酸－乳酸发酵的进行，通过测定总酸、pH、挥发酸的变化，及用纸层析检测苹果酸和乳酸的变化，以了解苹果酸－乳酸发酵的进展情况。理想的，当残留苹果酸浓度达 200mg/L 时，未来不会发生细菌败坏。实际上，多数红葡萄酒苹果酸－乳酸发酵结束时，苹果酸的含量在 0.5g/L 左右。

第二节　橡木桶陈酿的作用

传统的做法是将优质红葡萄酒在发酵结束到装瓶前进入橡木桶中贮藏。最初，选择橡木桶是因为对一个人而言它易于操作，便于运输。之后，橡木桶对葡萄酒颜色、澄清度、香味等方面的影响开始受到人们的注意。由于使用橡木桶涉及增加投资、带来微生物污染的风险，老木桶会带来霉菌异味，甚至给葡萄酒带来感官缺陷，对其的使用逐渐减少。自 20 世纪 50 年代以来，在惰性罐中陈酿优质红葡萄酒的工艺越来越普遍。那时，葡萄酒质量也在不断提高。这样虽然使红葡萄酒缺少了复杂性，但是酒更干净和富有果味。

数十年过去了，随着经济的发展，人们对橡木桶陈酿产生了新的兴趣，并且认识到橡木在葡萄酒发育中的作用及木桶陈酿对改善各类葡萄酒质量的重要性。各种参数和技术的精确控制使得能够调整橡木的使用及其对葡萄酒质量的影响。

首先，由于体积小，葡萄酒在木桶中陈酿比在罐中陈酿澄清度更好，通过虹吸澄清葡萄酒也更方便。而且，在木桶中，葡萄酒对外界温度更敏感，所以，葡萄酒中的盐、悬浮粒子和色素物质更容易通过冬天的低温而沉淀。

在红葡萄酒陈酿过程中，会发生影响颜色、澄清度、悬浮物及调整酚类物质结构（单宁的软化）的稳定化反应，同时，香气也在发育。木桶陈酿比用大的密闭容器贮藏更有利于这些反应的发生。从理论上讲，大容器是惰性的，通常不与葡萄酒反应。

由于控制性的氧化作用，木桶陈酿一定程度上会调整葡萄酒的酚类成分。单宁和色素及乙醛的反应会强化颜色。游离花色苷浓度降低，单宁结构变化。和在惰性容器中陈酿的酒相比，木桶陈酿 10 个月以后，葡萄酒具有更好的颜色，这种颜色在瓶贮过程中更稳定，香味更诱人，软化的单宁更典型。

由于从橡木中提取出了香味物质，增强了葡萄酒的香味复杂性。但是，需要对橡木的香气进行仔细的调整与控制，以保证与葡萄酒的整体结构相谐调。虽然，生产者也希望赋予葡萄酒橡木特点，但不能过于突出，且不应掩盖葡萄酒潜在质量的发展。木桶对香气和滋味的贡献可以通过调整橡木桶，尤其是新橡木桶中葡萄酒的比例来实现。其次，是橡木类型、木桶的制作方式（烘烤程度）及酒在木桶中的陈酿时间。

葡萄酒陈酿过程中，与酒发育有关的因素主要有：氧化－还原反应，橡木物质（挥发性与非挥发性）的溶解等。

第三节　氧化－还原反应

红葡萄酒中的氧气有多种来源。其中，酿造过程中的操作、处理及规范的

酿造工艺占主要比例，达 50%，再就是木桶陈酿。葡萄酒吸收的氧气量取决于木桶的来源，桶孔类型与位置。研究发现（Vivas，1997），氧气主要通过木板之间的缝隙（占 63%），其次是木板（16%），再就是桶孔（21%）进入到酒中。桶孔的位置影响向葡萄酒中渗入的氧气量。木塞位于桶侧面，致密的硅胶塞可以产生 120mbar（$1bar = 10^5 Pa$）的真空作用，它可以增加葡萄酒的溶氧量（表 4－2）。葡萄酒在橡木桶成熟过程中与木桶、空气之间的交换如图 4－1 所示。

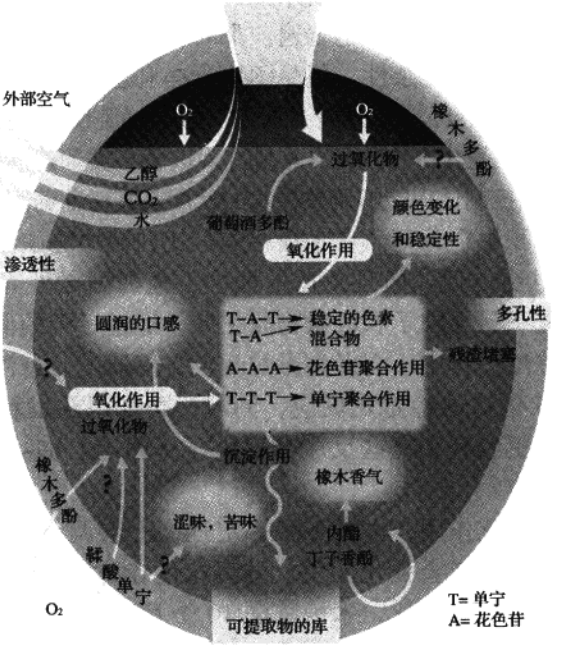


图 4－1　葡萄酒在橡木桶成熟过程中
葡萄酒－木桶－空气之间的交换

然而，很难精确测定渗入到葡萄酒中的含氧量。即使在模拟溶液中，测量也无法考虑橡木中鞣酸单宁的消耗量。溶解氧通过氧化葡萄酒中的各种成分不断降低，数量变化可以达到 100%（100～200mg/L），这种变化取决于葡萄酒是在罐中贮藏还是在木桶中陈酿。

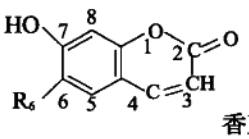
由于葡萄酒中的氧含量增加，木桶陈酿不可避免地出现氧化现象。橡木中的鞣酸单宁溶解于葡萄酒中（栎木鞣花素 castalagin，栗木鞣花素 vescalagin，栎木素 roburines），浓度可达 200mg/L。由于类似物质所催化的氧化作用，氧气有规则地降低。如果氧气存在，鞣酸单宁能够调整葡萄酒中单宁的结构，与花色苷结合而稳定色素。

表 4－2　　红葡萄酒陈酿过程中各种操作的溶解氧（Vivas 1997）

处理方式	处　　理	溶解氧/（mg/L）
操作	喷淋	2
	从罐到桶	6
	从罐到罐，从桶底充满酒	4
	从罐到罐，从桶顶充满酒	6
处理	硅藻土过滤	7
	板框过滤	4
	离心	8
	装瓶	3
酒厂操作	开放式分离	5
	密闭式分离	3
	木桶添桶	0.25
橡木桶	新桶：利穆森	20（每年）
	新桶：法国中部	28（每年）
	桶塞在顶端新桶：法国中部	36（每年）
	桶塞在侧面新桶：法国中部	45（每年）
	硅胶塞在顶端旧桶（5 次葡萄酒）	10（每年）

第四节　木桶化合物的提取

除了鞣酸单宁，橡木还释放一定量的其他化合物，主要是具较高含量愈创木基（guaiacyl）和丁香基（syringyl）的木质素。再就是橡木中的香豆素（coumarins），它在葡萄酒中的浓度取决于橡木类型和干燥方式，这些化合物以葡萄糖苷（heteroside）和非糖配基的（aglycone）的形式存在。



香豆素类

从橡木中提取的另一组分子，也产生于鞣酸单宁，很可能是由木质素转化而来，有利于葡萄酒中酚酸浓度的提高，主要是没食子酸，浓度可达 50mg/L。

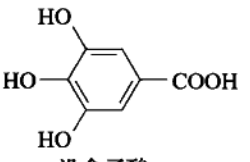
这些物质中：

（1）酚酸具酸味。

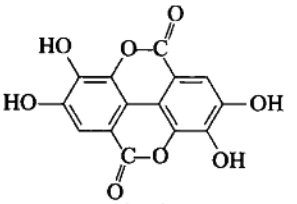
（2）香豆素（糖苷态）微具酸味，粗糙而苦。

（3）鞣酸单宁具涩味，带苦和酸味，基本单元是原花色素苷 B_3，既有涩味，也有苦味。

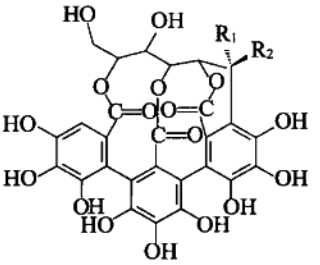
这样就很容易理解为什么在木桶中贮藏的葡萄酒具有与罐藏葡萄酒不同的感官特性。实际上，橡木具有两方面的作用：一方面，它释放的酚类化合物，可以强化涩味感觉，另一方面它的同质多聚体可以软化单宁，最终的效果取决于这两种现象的相对强度。木桶贮藏的葡萄酒具有硬化的风险，取决于葡萄酒中单宁的结构和木桶的特点（起源、类型、制备、技术等）。



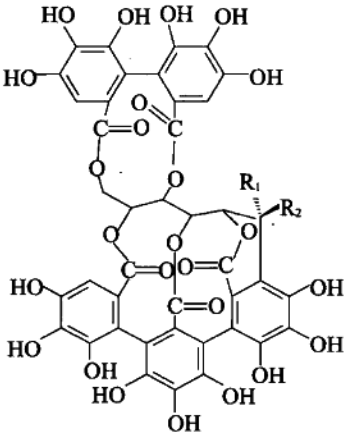
没食子酸



鞣酸



R_1=H, R_2=OH　栎木素　　R_1=OH, R_2=H　栗木素



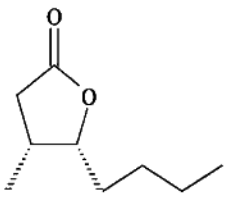
R_1=H, R_2=OH　栎木鞣花素, R_1=OH, R_2=H　栗木鞣花素

在某些情况下，橡木桶陈酿虽然能增加葡萄酒中酚类物质的含量，但并不能保证增加所有单宁的含量，至少在红葡萄酒中是这样。分析显示，其橡木单宁仅仅能使总酚指数（D_{280}）由最初的 50～60 增加数个单位。白葡萄酒由于

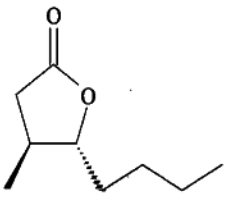
最初的单宁含量很低，增加比例更明显。

橡木桶陈酿葡萄酒能够提取香味化合物，当这些化合物完全与葡萄酒本身的香气相适应时，对葡萄酒的浓郁度和醇香的复杂性有显著的影响，并能改善香味。优质红葡萄酒几乎总需要在橡木桶中陈酿，而木桶陈酿可以增加它的质量和精巧性。为了完全从木桶陈酿中获益，葡萄酒必须有优雅的芳香，复杂的结构，并与橡木物质的感官质量良好地结合。普通葡萄酒用橡木桶贮藏不会成为优质葡萄酒，而且，常常会由于对葡萄酒增加了橡木味而产生一种标准化的“木味”特点，需要非常谨慎。

未处理橡木含有一定量的具特殊气味的挥发性物质。如前所述，这些内酯，尤其是β－甲基－γ－内酯，有四种对映体（enantiomers），分别是两种几何异构体和两种光学异构体，由复杂的多聚体分解产生。顺式异构体具有泥土味，明显的青草味和一定的可可味，香气是反式异构体的4～5倍，后者不仅有可可味，而且有明显的香料味。超过一定浓度后，过量的这种内酯对葡萄酒的香气有副作用，产生强烈的木味和树脂味。



顺式-β-甲基-γ-内酯



反式-β-甲基-γ-内酯

丁香酚（Eugenol）是主要的挥发酚，具有橡胶的典型特点，其他的挥发酚含量很少。

还有少量酚醛，已经鉴定出的有香兰素、丁香醛、松柏醛、芥子醛、肉桂酸和乙醛。香兰素是木桶贡献给葡萄酒橡木味和香草醛味的重要物质。

不同橡木之间，反式－2－壬醛的浓度变化很大。在木桶陈酿过程中，葡萄酒获得的木板味与反式－2－辛醛和1－癸醛有关。这种不愉快的气味来源于未风干橡木，可以通过对木桶内壁更强烈的烘烤而减弱。

橡木也释放降异戊二烯类化合物到葡萄酒中，其中，最重要的是紫罗酮。

不同来源的橡木香味变化很大。它的典型香味在橡木风干和木桶制造过程中显现出来。加热形成呋喃衍生物、挥发酚和苯酮，并增加酚醛和内酯的浓度。

第五节　橡木来源对红葡萄酒的影响

在法国，橡木主要来源于4个主要区域：利穆森、中部、勃艮第和孚日山脉，在这些区域分布着2个主要的树种：

有柄橡木主要生长在利穆森、勃艮第和法国南部，其中主要来源于利穆森，在石灰黏土和丰富的花岗岩土壤中，生长着标准的矮叶林。它们具有高的可浸渍多酚含量和相对低的香味化合物。

无柄橡木主要生长在法国中部和孚日山脉。在贫瘠的黏硅土壤中生长着高大的橡树，年轮狭长，纹理致密。它们一般有较高的香味潜力和相当低的可浸渍鞣酸单宁。

在法国也种植一些其他橡木树种，但是，没有用于木桶制造业。

橡木桶使用的心材不再具有树的生理作用。心材抗虫、抗真菌，并且很硬。它的复杂结构包括3种主要组织：纤维（支撑体）、薄壁组织（parenchyma）和射线细胞（保留组织）、导管。Vivas（1997）论证了橡木的多孔性和超微组织之间的关系，在电子显微镜下鉴定：多孔性取决于大导管数量，而其他的组织控制着微孔性。生长在利穆森的有柄橡木比来自于孚日山脉和埃里也森林的无柄橡木具有较少的孔（表4－3）。

表4－3　　橡木样品的孔隙度特性测量（Vivas，1997）

来源	树种	NGV. BVi	*D*/mm	SU/mm^2	ST/mm^2	IP/%
利穆森	*Q. robur*	12	320	0.08	0.964	6.5
孚日山脉	*Q. petraea*	23	248	0.048	1.11	7.5
法国中部	*Q. petraea*	20	275	0.059	1.187	8
埃里也	*Q. petraea*	27	324	0.082	2.22	15

注：NGV. BVi—春材导管的数量；*D*—直径；SU—1个导管的表面积单位；ST—大导管的总表面积；IP—多孔性值＝（ST/图像的总面积）×100。

地理起源和树种对橡木的芳香性和多酚含量有重要影响。最新的研究显示，橡木的质量变化不仅取决于树种，也受树龄、树木高度、树的朝向和生长区域影响。因此，仅仅根据地理起源不足以对橡木分类，常用橡木产地名称代表与该产地橡木具有类似特点的类橡木（如埃里也、利穆森等），即使这类橡木来自于其他地方（表4－4）。

表4－4　地理起源对自然风干的法国橡木成分的影响（Chatonnet，1995）（n＝7）

成分＼地理起源	利穆森	法国中部	勃艮第	孚日山脉
总浸出物/（mg/g）	140	90	78.5	75
总酚（OD_{280}）	30.4	22.4	21.9	21.5
染色性（OD_{420}）	0.040	0.024	0.031	0.040
儿茶酸单宁/（mg/g）	0.59	0.30	0.58	0.30

续表

成分 \ 地理起源	利穆森	法国中部	勃艮第	孚日山脉
鞣酸单宁/（mg/g）	15.5	7.8	11.4	10.3
甲基－辛内酯（μg/g）	17	77	10.5	65.5
愈创木酚/（μg/g）	2	10	1.8	0.6

注：稀酒精溶液为介质提取的化合物。

在欧洲，有柄橡木和无柄橡木的分布随纬度而变化，但有柄橡木占优势。已经发现来自于中欧森林（俄罗斯和阿根廷）的橡木（*Quercus frainetto*）与法国橡木有一定的相似性。

在美国，主要的橡木树种是美国白橡木，它具有低的酚类物质和高浓度的芳香物质，尤其是甲基内酯，能强烈影响所陈酿葡萄酒的风味。

美国白橡木的另一典型特点是桶板可以采用锯制成，因为它自然地阻断了可以防止渗漏的纵向导管（侵填体）。而法国橡木必须先按纹理劈开，然后再劈成桶板。这种技术比锯开的更复杂，废弃物更多。避免渗漏的唯一方式是导管垂直穿过桶板。用锯开的法国橡木制成的木桶应该进行内部密封以避免渗漏，而采用这样的保护后橡木不再有陈酿的效果（表4－5）。

表4－5　不同植物起源橡木成分的变化（Chatonnet 1995）（$n=10$）

成分 \ 橡木品种	无柄橡木	有柄橡木	美国白橡木
甲基－辛内酯/（μg/g）	77	16	158
丁香酚/（μg/g）	8	2	4
香兰素/（μg/g）	8	6	11
总可浸出物/（mg/g）	90	140	57
可浸出多酚（OD_{280}）	22	30	17
鞣酸单宁/（mg/g）	8	15	6
儿茶酸单宁/（μg/g）	300	600	450

注：用稀酒精溶液为介质提取的化合物。

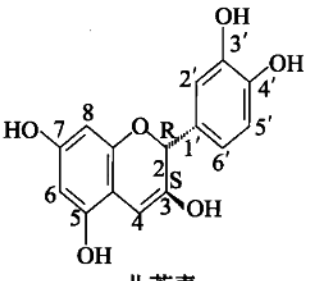
第六节　风干条件对红葡萄酒的影响

风干橡木的湿度应该接近周围空气的湿度水平，在温带区域为14%～18%，以确保橡木的机械强度。因此，橡木在使用之前，必须采用自然风干或

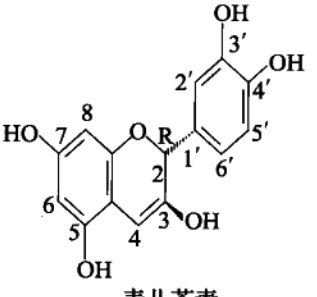
人工干燥。

自然风干需要花费几年的时间，通常21mm的桶板需24个月，28mm的桶板需要36个月。这样的时间能够得到适于葡萄酒陈酿和质量改善的木板，而且，风干应该在露天的水平面上进行。据估计，橡木风干的速度每年约10mm。实际上，强烈的脱水发生在前10个月，接着是橡木的“成熟期”，以改善其物理及感官质量。风干是非均匀的，取决于木头在木堆中的位置。木堆外面得到了最强烈的冲洗，而中间几乎得不到雨水，这样，外部容易发生由木头上真菌分泌的酶反应。

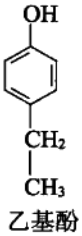
橡木中各种成分如下。



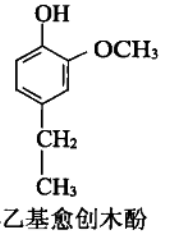
儿茶素



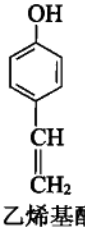
表儿茶素



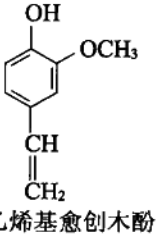
乙基酚



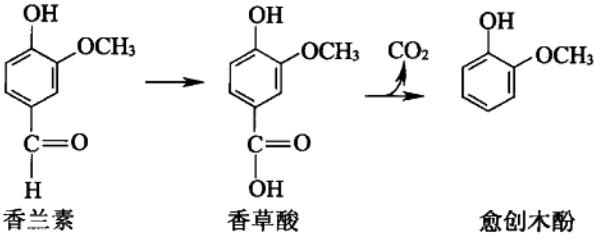
4-乙基愈创木酚



乙烯基酚



4-乙烯基愈创木酚



香兰素　　香草酸　　愈创木酚

木头风干过程中，短梗霉（*Aureobasidium pullulans*）占80%，木霉菌株（*Trichoderma harzianum*）和 *Trichoderma koningii* 不到20%，其他所占比例很少，不到10%，如果风干持续时间很长，木头也会繁衍许多微生物菌落。

随着木头的风干，橡木浸渍的溶液涩味减少，颜色变淡。提取物的数量，尤其是鞣酸单宁的含量降低，这种降低主要影响水溶性单体和寡聚体，而不溶于水的聚合形式只有在持续风干3年以上才会降低。鞣酸单宁的降低是由于化学和酶的水解作用及其自身的氧化作用。

具苦味的糖苷态香豆素水解形成相对中性或微酸性的糖苷配基。通常在木头的风干和陈酿过程中，苦味和涩味的消失似乎与上述酚类成分的调整有关。风干过程中发生的变化主要有：

木质素的氧化、酸解后的残留物（长时间与水、空气和溶解态有机酸接触）导致少量的酚醛和挥发酚释放，其中，丁香酚和香草醛的气味最大。但浓度仍低于加热时的浓度（贡献最终数量的20% ~30%），最终出现香兰素和丁香香气。

顺式甲基－辛内酯含量增加，其前体物的分解（类酯及五倍子酸或鞣酸等酚酸）产生能自然转换成内酯的3－甲基－4－羟基－辛酸。顺式前体物缺乏稳定性，更可能被水解成有味的顺式辛内酯，产生椰子香气。

具苦味的糖苷态香豆素（尤其是七叶内酯）转化成有甜味的糖苷配基状态，苦味酚类化合物的含量降低。在红葡萄酒中，糖苷态的检测阈值仅为3μg/L。

鞣酸单宁水解，低聚物滤出，涩味和可提取颜色降低。微生物群落（主要是带有酵母和细菌的细丝状菌类）一般存在于表面几厘米的部位（最多4cm），虽然它们有利于单宁的降解，但这种影响仅限于表面，对质量改善没有实际影响，这种原木整体的质量改善体现在风干的整个过程中。自然风干过程中美国橡木主要成分的变化见图4－2。

如上所述，自然风干会引起各种芳香化合物浓度的增加：木质素分解产生丁香酚、丁香酸、香草醛及β－甲基－γ－内酯的异构体，其顺式形式有香味，比例更高。目前，虽然已经知道它们与这些物质浓度降低的程度有关，但还不清楚微生物是如何影响这些有味化合物的。

人工干燥包括将裂开的橡木在通风的干燥炉上，在40 ~60℃条件下干燥1个月，可以显著降低干燥时间，不会改变橡木的物理结构，而且会减少投资。新鲜木头必须被逐渐干燥，以避免皱缩开裂。因此，必须在通风干燥的地方根据木头的稳定时间来调整干燥时间。

不管怎样，这种干燥对橡木化合物的发育有一定的影响。与自然干燥的木头相比，烘炉干燥的木头有较高的涩味单宁和苦味香豆素。它含有较少的丁香

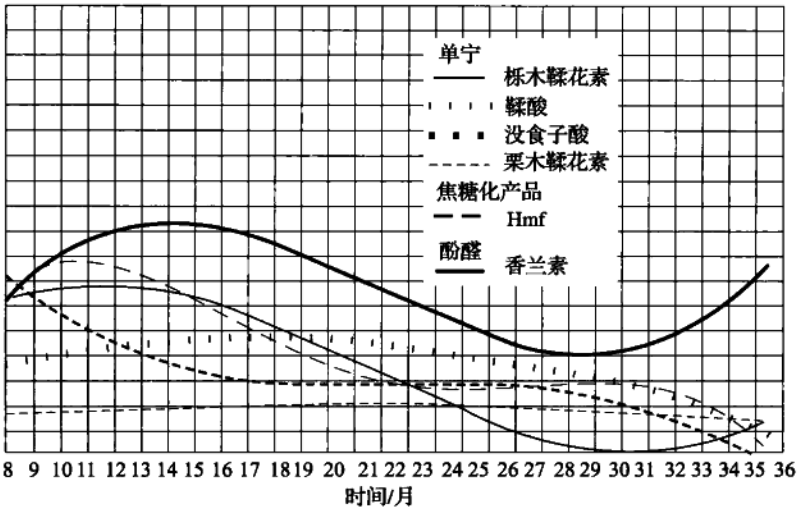


图4－2　自然风干过程中美国橡木主要成分的变化

酚、香兰素及较多无味的反式甲基内酯（表4－6）。

表4－6　人工干燥对橡木香气物质和酚类化合物的影响（Chatonnet，1995）

成　分	利穆森		法国中部	
	自然风干	人工干燥	自然风干	人工干燥
干浸出物	135	145	90	113
总多酚（OD_{280}）	30.4	31.2	22.4	27.2
颜色（OD_{420}）	0.040	0.038	0.024	0.030
儿茶素/（mg/g）	0.59	0.56	0.3	0.60
鞣酸单宁/（mg/g）	15.5	17.2	7.8	11.9
顺式－甲基辛内酯/（μg/g）	12	0.85	77	25
反式－甲基辛内酯/（μg/g）	4.5	0.22	10	124
愈创木酚/（μg/g）	2	0.3	8	4
香兰素/（μg/g）	11	0.5	15	0.3

注：稀酒精溶液提取的化合物。

与自然风干产生的变化不同：人工干燥后的木材通常含有较多的单宁和苦味。快速脱水和缩短储存时间可以防止橡木的化学成分受到影响。与空气自然风干相比，人工干燥的橡木有时会产生令人不愉快的滋味和香气（松树味、树脂味），并且，芳香潜力较低。表4－7为不同风干时间的橡木桶酿造葡萄酒的成分分析。

在法国，不同地区的气候差异无法使湿度水平降低到所需的16%。因此，不得不进行人工干燥。如果在开始风干之前已经达到熟化，人工干燥并不影响木材质量。

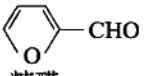
表4-7　　不同风干时间的橡木桶酿造葡萄酒的成分分析　　单位：mg/L

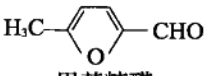
成　分		6个月	12个月	18个月	24个月	36个月
单宁衍生物	没食子酸	35.6	34.8	34.9	35.6	35.0
	鞣酸	3.6	3.5	3.3	3.6	3.1
烘烤成分	羟甲基肉桂酸	1.6	1.8	1.8	1.8	2.0
	糠醛	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
	5-甲基糠醛	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7
葡萄酒酚类	原儿茶酸	2.0	1.8	1.6	2.3	2.1
	儿茶素	134.4	131.5	138.9	143.3	139.9
	表儿茶素	85.0	87.0	83.3	70.8	90.1
	咖啡酸	12.9	12.9	13.0	12.9	13.3
	杨梅酮	7.7	7.6	6.9	6.7	6.8
	槲皮黄	5.2	5.0	4.8	4.7	4.9
木质素分解物	丁香酸	4.4	4.7	4.8	5.0	4.9
	香草醛	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9
	丁香醛	5.9	5.9	5.9	6.1	6.1
	松柏醛	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	芥子醛	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3
烟熏化合物	邻-甲酚	0.23	0.19	0.25	0.27	0.26
	4-甲基愈创木酚	1.54	1.68	1.34	1.83	1.99
	4-乙基酚	0.06	0.01	0.03	0.11	0.07
	4-乙基愈创木酚	0.01	0.01	0.00	0.03	0.03
橡木内酯	反式-橡木内酯	0.15	0.19	0.29	0.25	0.45
	顺式-橡木内酯	1.90	1.47	1.91	2.23	2.44

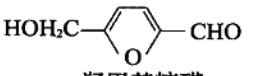
注：2001年美国橡木13个月。

毋庸置疑，自然干燥有利于改善木桶陈酿葡萄酒的质量。自然风干能够调整较深部位的成分，而人工干燥可以快速、均匀地脱水。另一种技术就是将木头浸入水中数天，这样可以深度冲洗单宁，但会使木头坚硬，使物理结构退化。

部分葡萄酒成分结构如下。


糠醛


5–甲基糠醛


5–羟甲基糠醛

第七节　木桶烘烤对红葡萄酒质量的影响

一旦木头被干燥或自然风干，制桶师就会将它制成桶板，用箍固定成木桶（标准木桶每组 18 ~25 块）。木桶制造过程中的加热和烘烤方式会对橡木产生影响。

加热有利于桶板弯曲，产生典型的木桶形状，影响木质素的可塑性。由于糖苷聚合物会受到湿度的保护，所以，受到的影响较小（纤维素与半纤维素）。加热和湿度结合使得能够将木板弯成一定的形状而不会破坏桶板。通常，木桶的两端是开放的，加热 20 ~30min，温度有规则地增加（7℃），而桶板逐渐弯成一定的形状。操作结束时，木桶内部的温度大约是 200℃，而外部的温度仅为 50℃。

烘烤给予木桶最终的形状，同时，能够调整橡木的结构与成分。

木桶质量取决于成功的烘烤，这对葡萄酒陈酿后期的质量发育及它所获得的感官特征有重要影响。不同的木桶厂，甚至同一木桶厂的烘烤条件变化也很大。人为的因素，即使高水平的制桶师也不可能控制该操作中的所有参数。这些参数包括：加热的热源类型（木头、汽和电）与强度，木桶顶部是开放的还是封闭的，加热的均匀性和最终的温度、时间（木头烧焦和出现疱状的风险），给木头加湿的频率及其颜色改变的程度。

上述参数可以配备自动的连续加热系统。这种系统具有可重复的优点，可以采用远红外辐射热源，对木头进行自动加湿，按程序设定烘烤时间。

所有这些烘烤操作会影响到橡木的内部结构：

轻度烘烤的时间大约是 5min，表面温度 120 ~ 180℃，木桶内表面呈多孔状，由于木质素和半纤维素的调整，纤维素结构仍然是完整的。

中度烘烤时间是 10min，表面温度是 200℃，表面的成分由于熔解而消失。

重度烘烤时间是 15min，表面温度是 230℃，细胞结构相当凌乱，而表面多孔，具有微小的裂缝。

物理变化伴随着橡木化学成分的调整。胞壁聚合物（纤维素、半纤维素和木质素）的熔点不同，产生大量的分解成分（图 4 –3）。

对烘烤橡木浸渍物的分析显示：鞣酸单宁尤其在经过中度烘烤之后分解，与栎木鞣花素（castalagin）、栗木鞣花素（vescalagin）（163℃）和没食子酸（250℃）混合物的溶解温度有关。鞣酸只在高温下反应（T >450℃），而在稀

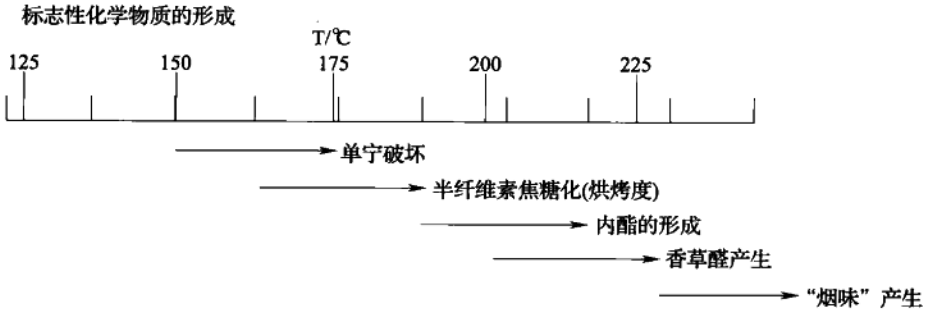


图 4－3　橡木烘烤过程中标志性成分的形成

酒精溶液中几乎不溶解。橡木中不同部位两种鞣酸的含量如图 4－4 所示。

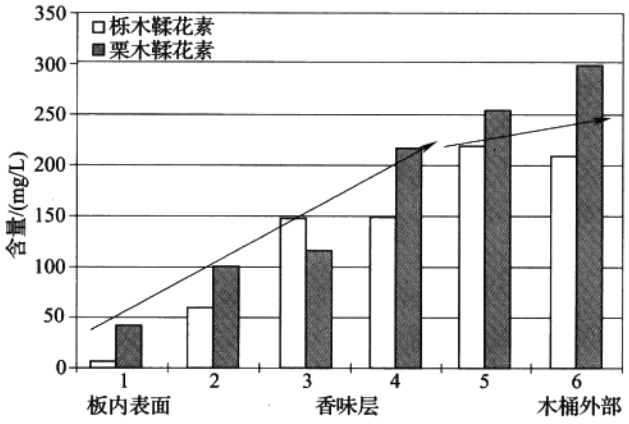


图 4－4　橡木不同部位两种鞣酸的含量

橡木烘烤会形成多种挥发性化合物。首先，多糖的热降解产生呋喃糠醛（它主要来源于半纤维素）。最终的产物包括：糠醛、具烘烤坚果香气的 5－甲基糠醛和无味的羟甲基糠醛。葡萄酒中的呋喃醛含量低于感官阈值，所以不会使木桶陈酿红葡萄酒产生焦煳味。烘烤也能产生具有焦糖烘烤味的烯醇化合物（环烷、麦芽酚和异麦芽酚），这种焦糖特性来源于以含氮化合物形式存在的己糖，它们的感官作用大于呋喃醛。烘烤强度对橡木中酚类提取物和呋喃醛形成的影响见表 4－8。

表 4－8　烘烤强度对橡木中酚类提取物和呋喃醛形成的影响（Chatonnet，1995）

成分	未烘烤（NT）	轻度烘烤（LT）	中度烘烤（MT）	重度烘烤（HT）
OD_{280}	17.5	17.2	15.3	13
鞣酸单宁/（mg/L）	333	267	197	101
没食子酸/（mg/L）	20	103	9.8	2

续表

成分	未烘烤（NT）	轻度烘烤（LT）	中度烘烤（MT）	重度烘烤（HT）
鞣酸/（mg/L）	21	18	13.8	13.7
糠醛/（mg/L）	0.3	5.2	13.6	12.8
5－甲基糠醛/（mg/L）	0	0.6	1.3	1.5
5－羟甲基糠醛/（mg/L）	0	3.6	6.9	4.8
总呋喃醛/（mg/L）	0.3	9.4	21.8	19.1

注：（1）稀酒精溶液提取的化合物。

（2）NT、LT、MT、HT分别代表烘烤程度。

木质素和聚合物的热降解产生挥发酚和酚醛，及单甲基氧化物（愈创木基G系列）和双甲基氧化（丁香基S系列）衍生物。挥发酚有烟熏味、香料香气，甲氧基酚在烘烤之后是可以浸渍的，它们的组分反映了木质素的结构及加热的温度。丁香衍生物的浓度随烘烤强度的增加而增加。

橡木烘烤之后产生的其他香味化合物包括：苯（香兰素和丁香醛）和羟甲基肉桂醛（松柏醛和芥子醛）。中度烘烤时产生的量最大，而苯酸比肉桂醛的含量更大。

橡木烘烤也产生某些类脂或脂肪酸的热降解物，形成甲基内酯的异构体，这种反应随着烘烤强度的增加而增加。更多的是有味的顺式异构体，主要存在于未烘烤木头中，在烘烤橡木中表现的是一种更高比例的异构体，这种化合物是热敏感的，重度烘烤15min后消失。

烘烤，或者更精确地说“水热作用（Hydrothermolysis）”产生新的挥发物和有味化合物，主要包括：呋喃醛、酚醛和挥发酚、脂肪酸［尤其是醋酸（来自于木聚糖）和含6个以上碳原子的酸，由更复杂的类脂分解形成］、甲基内酯和二甲基吡啶（可可和鲜面包），在这个过程中也形成大量的苯酮。加热引起鞣酸单宁的分解，随着烘烤强度的增加浓度下降。

随着烘烤强度从轻到重，橡木香气变得越来越复杂。最初，这种香气来源于呋喃和酚醛产生的烘烤味和香兰素味，及由挥发酚产生的烟熏味、香料味和烘烤味。随着烘烤程度的加重，甲基内酯含量的增加增强了可可味，但是，通常它们被整体的香气复杂性所掩盖。达到重度烘烤时，橡木香气强度减弱，表现的主要是烟熏味和灼烧味。烘烤强度对挥发酚、酚醛和内酯的影响如表4－9。

因此，通过选择不同的烘烤水平来调节橡木桶对葡萄酒的感官影响（不仅仅是香味特性，还包括总体结构）。随着烘烤强度的增加，盐酸值（HCl值）和明胶指数降低，表明单宁被软化。

表 4－9　烘烤强度对挥发酚、酚醛和内酯的影响（Chatonnet，1995）

成分	未烘烤（NT）	轻度烘烤（LT）	中度烘烤（MT）	重度烘烤（HT）
愈创木酚/（μg/L）	1	5.2	27.7	30.3
4－甲基愈创木酚/（μg/L）	2	10	38.7	24.7
丁子香酚/（μg/L）	20	17.7	71.7	44.3
酚/（μg/L）	5	12	11.7	20
丁香酚/（μg/L）	0	78.3	310.7	313.3
香兰素/（mg/L）	<0.1	2.1	4.8	3.1
丁香醛/（mg/L）	0.2	5.6	12.9	12.2
总酚醛/（mg/L）	0.2	12.7	28.8	20
反式－甲基辛内酯/（mg/L）	0.16	0.11	0.11	0.14
顺式－甲基辛内酯/（mg/L）	0.64	0.57	1.38	1.59

注：稀酒精溶液提取的化合物。

三种烘烤程度，即轻度、中度和重度对木板的影响是不同的：

轻度烘烤（低于 12min）使木板中间的温度达到 115℃。此时，溶解或分解的成分很少，芳香变化不十分明显。鞣酸单宁的含量随加热强度增加而降低。尤其是产生木板味的壬醛，存在于未被加热的木材中，加热过程中其含量迅速减少。因此，很少使用该烘烤等级。

中度烘烤（12～15min）使内部温度达到大约 200℃，生成具有丰富“香兰素味”的化合物，这些芳香化合物会很快从木桶中释放出来。木材多糖的热降解产生呋喃醛，美拉德反应产生其他化合物，引起苦杏仁味、烤杏仁味、烧烤味。这些化合物被迅速提取，其本身并不特别芳香，但可以引发具“烧烤味”的化合物的出现，这种化合物与酒接触时口味很明显（如具有咖啡味的糠醛、硫醇），香兰素类酚醛的含量达到最高值，然后，随着重度烘烤的进行而减少。

重度烘烤（超过 15min）把表面温度提高到 230℃，最大限度地产生焙烤和香料味。该烘烤等级极大地改变了酚类化合物（鞣酸单宁、木质素）的结构，常常会引起木板不同程度的微裂缝，使鞣酸单宁溶解于酒中。通常，该烘烤等级比中度烘烤的效果更为明显。重度烘烤促使醛和酚酸降解，释放挥发酚，产生“香料”和“烟熏”味。木质素和多元醇的热降解释放挥发酚和带有烟味和香料味（丁香）的酚醛。橡木不同烘烤程度时鞣酸单宁与甲基内酯的比较如图 4－5 所示。

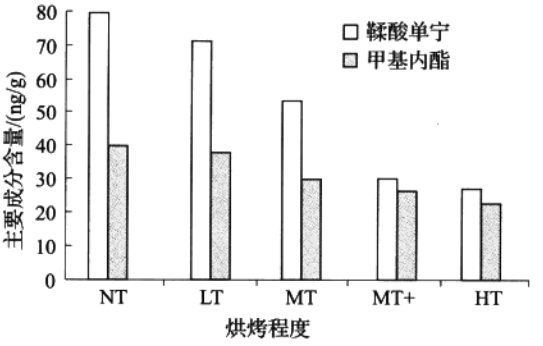


图 4－5　不同烘烤程度两种主要成分的比较

芳香物在中度烘烤时达到最大值，之后随着烘烤的加重，“烟熏味”迅速消失。由于木板中产生蒸汽，存在形成泡疤的危险。如果烘烤程度太重（>10℃/min），该危险随之增加，产生过浓的“熏烤木味”和苦涩味。不同烘烤程度芳香物质的比较如图 4－6 所示。

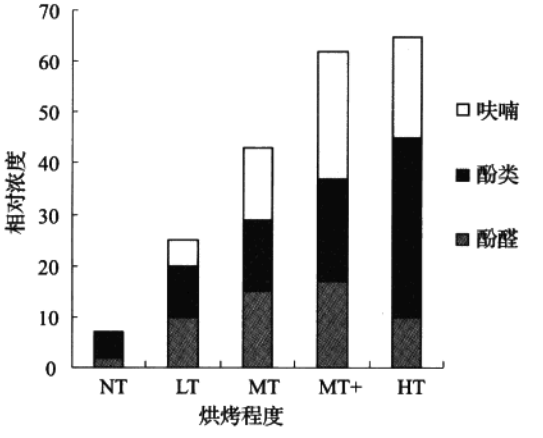


图 4－6　不同烘烤程度芳香物质的比较

一些木桶厂也通过采用封闭火焰来限制对桶底的加热，但烟会渗透进木材，从而使葡萄酒中产生强烈的苦味以及更多的香兰素和丁香醛类的芳香化合物。

在实际生产中，对于来自利穆森地区的有柄橡木采用从中度到重度的烘烤，对于来自法国中部地区的橡木桶采用中度烘烤。在烘烤过程中制桶工人也可以采取许多调节措施。

第八节　葡萄酒与橡木桶的搭配

用橡木桶陈酿葡萄酒应该使酒获得平衡、完整的感官质量。如果橡木与葡

萄酒搭配不合理，则会使葡萄酒获得过强的橡木特点，并使酒很快老化。

与橡木桶有关的参数包括：橡木来源、风干、烘烤程度和制桶师的专业水平，再就是橡木桶龄和木桶装酒前的准备方式。通过调整这些参数，在一定程度上能够调节木桶的陈酿特点和橡木对葡萄酒的作用效果。

氧化作用广泛存在于新木桶中，在旧木桶中较少。而且，随着陈酿的进行，橡木桶内表面被阻塞，从木桶中浸提出的化合物越来越少。旧桶的主要危害是产生异味和不愉快的气味，它们来源于桶孔和板间的霉菌。橡木桶陈酿葡萄酒时间的长短取决于木桶在使用过程中被保养的水平。

新木桶可以使用冷水、热水或蒸汽清洗。这种操作会影响橡木桶壁的孔性。使用蒸汽和用热水延长清洗会导致氧化作用的增加和酚类浸渍物的降低，比用冷水润洗的木桶陈酿的酒颜色更浓，但是降低了花色素苷的浓度，并使单宁软化，高温清洗影响到木桶壁内表面的纤维。

一般的，根据橡木纹理、烘烤水平选择葡萄酒时，应遵循下列原则：

（1）自然风干的橡木比人工干燥的橡木对红葡萄酒效果更好。

（2）细纹理橡木比粗纹理橡木释放的多酚少，这种缓慢有规则的释放可以持续数年。

（3）烘烤减少了“生青味”和“木头味”，产生愉快的香兰素和香料香气。重度烘烤产生明显的灼烧、烘烤特点，使香气出现差异，但没有明显的缺陷。

（4）如果葡萄酒有丰富的单宁结构，但缺乏酒体与圆润性，使用低密度的橡木（如孚日山脉和利穆森）会增强葡萄酒的涩感，重度烘烤会部分减轻这种效果。高密度橡木（例如埃里也）由于释放的多酚量少，能够较好地适应这类葡萄酒。中度和重度烘烤橡木产生的香气质量能够抵消青草味，但强化了苦味。

（5）如果葡萄酒质量优良，具浓郁的果香，良好的平衡感、结构感和酒体，则木桶陈酿的效果有限。这类葡萄酒能够控制从橡木中浸渍的多酚，但是必须小心避免苦味和“木头味”，及很可能使葡萄酒产生强烈的、更粗糙的烟熏和烘烤味。在这种情况下，应该避免太强的烘烤，尤其是桶顶密封时。这类葡萄酒适合采用细纹理橡木，进行中度烘烤。

（6）具有轻型单宁结构和带有青草香气、发育不是很好的葡萄酒需要橡木桶来增强结构，但不能过强。宜采用中等纹理的橡木类型及重度烘烤，使橡木的复杂香气不会掩盖果味。

橡木类型的选择并没有简单的规则可遵循。一旦经过仔细考虑与选择之后，一定要进行试验以确定需要的橡木类型及其比例。只有经过长期的实践，才能找到适合原酒特点，满足产品要求的橡木桶类型及其使用比例。

高质量的葡萄酒宜在全新的橡木桶中陈酿，葡萄酒有足够强的结构来平衡

所产生的过多的橡木特点。对一般的葡萄酒，可以分别在新桶、旧桶和罐中贮藏，装瓶前进行勾兑和调配。通常，葡萄酒在每种容器中的陈酿时间，至少需要6个月，这一时间对于葡萄酒和橡木之间平衡是必须的，尤其是在新木桶中，很可能在最初的几周给予葡萄酒一定的涩味。最好的解决办法是按照不同的比例使用3种类型的橡木桶：

新桶能够提供经典的、强烈的橡木特征。

用过1次的橡木桶会提供一种比较微弱的、老酒的（rancio）香气，比木桶开始陈酿时新木头产生的质量更好。

使用2个季节后的橡木桶提供的橡木特点更柔和。

老木桶很可能会引起质量问题，应该尽量避免以减少污染。

需要特别强调的是，不要希望只通过木桶陈酿就能产生高质量的葡萄酒，橡木能够提高葡萄酒的潜在质量，掩盖某些缺陷，但是过分地使用旧桶陈酿会产生灾难性的后果。木桶使用过程中单宁的变化见图4-7，芳香物质的变化见图4-8。

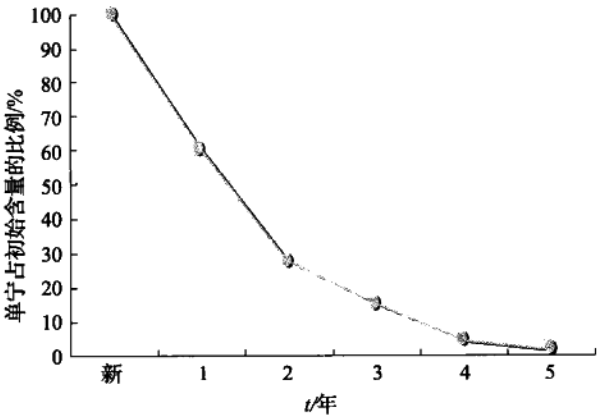


图4-7　木桶使用过程中单宁的变化

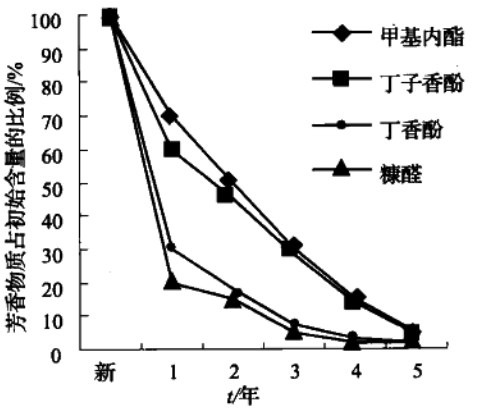


图4-8　木桶使用过程中芳香物质的变化

第九节　橡 木 香 气

橡木香气是木桶贮藏的葡萄酒中最常见的香气。经过木桶贮藏，葡萄酒逐渐氧化成熟；同时，橡木中的鞣酸单宁、橡木内酯等物质进入到葡萄酒中，参与葡萄酒的香气与味感平衡。橡木香气的种类与含量首先取决于树种与产地，其次是干燥和烘烤水平。优质葡萄酒应该是葡萄酒自身的香味与橡木的香味平衡与和谐。因此，识别橡木香气及其影响因素对于选择与控制橡木桶贮藏条件尤为重要。

酿酒师将葡萄酒放入橡木桶中贮藏，是给予葡萄酒完整、谐调、成熟的最好机会。

橡木与葡萄酒结合会改善葡萄酒的质量。葡萄酒中的某些香气来源于橡木，陈酿既不应让其占主导也不应过于微弱，而应该让其具有自己的特性。“橡木”的特性应该能增强葡萄品种以外的质量，包括区域、气候、酿酒师的技艺等。

在贮藏过程中，卫生是最重要的，霉菌感染木桶使葡萄酒产生腐败味、酚味、泥土和醋味。而长期使用的木桶本身也能吸附霉味和不良气味。所以，橡木桶每次使用时必须清洗和消毒。高压清洗足以消除一些不愉快的霉味。

葡萄酒中常见的橡木香气主要有：

一、橡木香气（oak）

主要指木味、烟熏和微香料味。由许多有味分子构成，尤其是鞣酸单宁，可以有效地防止氧化，在制作木桶的塑形过程中被分解。这种香气通常存在于一些新鲜木板中。

二、生青味（green wood）

类似于己醛和反式－2－辛醛（hexanal and trans－2－nonenal）的气味。这两种化合物难溶于水，可溶于乙醇。己醛具有相当的渗透性，具有脂肪、略带蛤油（rancio）的青果味。它来源于类脂的氧化破败，大量存在于许多植物产品中，在橡木板中含量很少。它赋予葡萄酒不良的香蕉、白面包等缺陷气味。反式－2－辛醛，具动物脂味（tallow），同时有更典型的黄瓜（cucumber）气味，由类脂氧化产生。

这两种化合物的结合表现出了相当的生青木特点。当存在于葡萄酒中时，是一种缺陷，产生于干燥不充分的桶板，或来源于树干中心的靠近边材（sap-wood）部分，或来源于很年轻的树。

三、椰子香气（coconut）

类似于威士忌内酯（whisky lactone）的气味。内酯是环状酯，在橡木中，由类脂合成产生，它贡献了新鲜橡木的大多数潜在香气。当橡木缓慢干燥时（从18~24个月），在木桶烤焦的过程中被部分破坏。可可豆的典型木头味来源于此。这些化合物难溶于水，可溶于酒精。

在橡木成熟过程中，它的提取取决于葡萄酒在橡木桶中存放的时间。如果威士忌内酯的含量超过235mg/L，可可的味感就会变得不愉快，闻起来很像指甲油，甚至泥土。威士忌内酯的总量变化取决于橡木的树种、橡木是否来源于同一森林或者森林是否位于同一地理位置（利穆森、孚日山脉）等。一般来讲，美国白橡木比法国的无柄橡木富含更多的威士忌内酯，在有柄橡木中，这些橡木内酯的含量很少。

四、丁香香气（clove）

具有愈创木酚浓缩液及丁子香酚的气味。愈创木酚难溶于水，易溶于酒精，具有灼热的香料味和刺鼻、喉咙发痒的感觉。愈创木酚存在于许多自然产品中，因为具有杀菌作用、麻醉剂、排胃肠胀剂和抗氧化特性而备受关注。丁香含有15%的愈创木酚，牙买加干辣椒中也含有大量的这种成分。在木头中，愈创木酚是木质素分解的副产物。自然干燥会加强木桶陈酿葡萄酒的质量，同时增强丁香味。酿酒师真正追求的是由烘烤强度所增强的香料香气。中度烘烤是释放这种芳香化合物的最好方式。丁香味在无柄橡木中最明显，在美国白橡木中相当显著，在有柄橡木中几乎感觉不到。这种感觉也来源于葡萄品种，如琼瑶浆和某些很成熟的赤霞珠酒中。

五、香兰素荚果香气（vanilla POD）

类似于乙基香兰素（ethyl vanilla）的气味。其感官特性会使人想起香草荚果的香气。绿果具苦味，没有香气。但放置后具有柔和、愉快的气味。

香兰素是橡木木质素分解物的副产品。在新橡木桶中成熟的葡萄酒和酒精饮料中发现了大量的该成分。

在一个250L橡木桶中有很少的香兰素和乙基香兰素（大约300mg），但这些分子能赋予葡萄酒香兰素气味，这种香气产生于橡木自然风干过程中，在橡木种之间变化很小。香兰素在无柄橡木和美国白橡木中的量大于有柄橡木中的量。中度烘烤有利于该物质的提取。当该物质含量适当时，葡萄酒具有绝对优异的质量。如果它控制了葡萄酒的醇香，很容易过头。香兰素特性增加了葡萄酒，尤其是新酒新鲜的香兰素气味。

六、木味－香料味（woody－spicy）

类似于丁香醛及乙酰香草酮（syringaldehyde and acetovanillone）的气味。丁香醛形成于桶板烘烤过程中，它来源于橡木木质素的分解。橡木桶烘烤越严重，丁香醛的含量越高。中度烘烤给予橡木桶成熟葡萄酒最好的质量。这种化合物具有高的熔点（113℃），不溶于水，易溶于乙醇，闻起来具有黏滞的木味、香草、香脂（balsamic）味，是一种微绿的、淡淡的花香，具有朦胧的香肖楠（incense）味。

乙酰香草酮是加热时碳水化合物降解的副产品。这种混合物具香兰素及橡木的芬芳。肉桂（Cinnamon）提取物给予它热的、香料的滋味。

用西拉葡萄品种酿造的最好的葡萄酒具有这种精巧的气味。在白葡萄酒中几乎难以感觉，但在中度烘烤的新橡木桶中成熟的高酒度红酒很容易感知。

七、新皮革味（new leather）

类似于酚和4－乙基酚（phenol and 4－ethylphenol）气味。焦油中（tar）的酚来源于木头蒸馏物，形成于木板烘烤，易溶于水，易与醇和油混合。由于其优良的去污特性，酚是常用的防腐剂，具有医药气味。

4－乙基酚是类似于酚的抗氧化剂，它形成于桶板烘烤过程中。同时，也是细菌活动的结果。大量存在时，闻起来有马味、马厩味（stables）和鞍皮味（saddles）。

上述两种化合物稍微稀释后混合会使人联想到新皮革味。

这两种分子产生于桶板加热过程中，并且能被木板吸附。在木桶成熟过程中被葡萄酒浸提。如果木桶烘烤太重，从木板浸提的酚的水平会增加。

葡萄酒中的多酚应该与木桶中的多酚谐调一致。如果太多，它们将给予葡萄酒动物味，掩盖葡萄酒的细腻度，控制醇香，使其芳香特性变得不愉快。

八、医药味（pharmaceutical notes）

类似于愈创木酚（guaiacol）的气味。这种分子来源于橡木干燥过程中的木油（wood tar），它是木桶塑型的结果。愈创木酚易与乙醇结合，当在新木桶中成熟时，很容易从木板传递到葡萄酒中。它具有一种刺鼻的、“类似医药”的碘味，它给味蕾带来一种微热的柔软感。这种分子具有显著的抗氧化特性。类似于咖啡、香兰素、威士忌、烟草或朗姆酒的味道。但是如果太多，愈创木酚味将占主导并且抑制葡萄酒的果味。当其过分持久时，表明木桶被重度烘烤。

九、烘烤味（toast）

类似于2－乙酰基吡啶溶液（2－acetyl－pyrazine）和烤面包提取物的气味。2－乙酰基吡啶溶于乙醇，它的气味类似于烤面包。它是橡木加热过程中的分解物。木桶成熟的酒具有这种烤面包味。

法国木桐酒庄最好年份的酒具有烘烤味和微量这种优雅的香味。这种香气在葡萄酒装瓶后的第1年，通常更引人注意。

十、糠醛味（furfural）

糠醛主要来源于半纤维素，产生于戊糖（pentosannes）的分解。木糖（xylose）是这些大分子的主要成分，大量存在于木质纤维中，是一种杀虫剂和杀菌剂。这种化合物易溶于乙醇，主要存在于重度烘烤的橡木桶中。也存在于干烟草叶、煮咖啡和朗姆酒中。

糠醛产生烟熏味，易上头，具焦糖、苦杏仁味。

十一、甘草香气（liquorice）

类似于环戊酮（cyclopentanone）气味。环戊酮难溶于水，易溶于乙醇。它的甜味、刺激味是甘草、褐糖和槭糖浆（maple）的气味，也存在于烟草、坚果和蜂蜜中。木桶塑形过程中的加热决定了它的浓度，烘烤越重，浓度越高。葡萄酒的醇香是其与葡萄酒香气综合作用的结果。在一些法国酒庄酒中存在的这种甘草香气来源于成熟充分的葡萄及其所用的新橡木桶。

十二、烟熏味（smoke）

“烟熏味”指某些树木和树脂燃烧时释放的气味。这些化合物由许多多酚构成，它们在气味感觉中起重要作用。

这种典型香气存在于某些红、白葡萄酒中。你可以通过嗅闻空杯来检查它的存在，有时气味会持续相当长的时间。烟熏味常常出现在赤霞珠酒中，它是赤霞珠酒在新橡木桶中成熟时所具有的典型香气。烟熏味太强时，是一种缺陷，适量存在时，才是一种典型的香气。

十三、苦味（bitters）

香豆素是橡木的成分。在新伐木材中，它们以糖苷形式存在。当木材自然风干时，这些分子转换成糖苷配基形式，苦味消失。

风干不完全的木桶向葡萄酒提供的香豆素非常少（仅为1μg/L），但该含量足以在酒中产生苦味。对于风干后的木板来说，如果垛得太密，通风不畅，

也可能引起同样的问题。

十四、霉味（moulds）

挥发酚也会污染木板，主要原因是杀虫剂附着在橡树杈上，风干期间环境污染（旧的平板架、建筑物的梁等）。

因此，木桶厂必须制定控制板材和环境的计划防止木板与木桶长霉。

第五章　橡木桶与干白葡萄酒酿造

第一节　干白葡萄酒酿造工艺

通常，干白葡萄酒的酿造工艺流程是：

葡萄→除梗破碎→压榨→葡萄汁→酒精发酵（苹果酸－乳酸发酵）→发酵结束→澄清→稳定性处理→装瓶

由于品种、产区、年份及传统的不同，在上述工艺基础上，可以采用一些不同的工艺。要酿造好的干白葡萄酒，需要控制好以下主要环节：

（1）葡萄成熟度　只有成熟的葡萄才能酿造出好的葡萄酒。因此，葡萄成熟度是影响葡萄酒质量的主要因素。确定葡萄的成熟度，需要在成熟期测定果实重量、含糖量、含酸量、苹果酸和 pH 的变化。由于产区、品种不同，这些指标也不完全相同。例如，在波尔多，长相思和赛美容的最低糖度分别为 190g/L 和 176g/L，低于这一数值，葡萄酒会带有植物香气，缺乏优雅性和产区特点。同样，长相思和赛美容的最适酸度为 5～6g/L 和 4～5g/L（H_2SO_4）。因此，在确定的区域，对某一品种，需要多年的连续测定，方能确定其最适成熟度指标。

（2）防止氧化　氧是白葡萄酒的敌人，除了极少数氧化型酒外，白葡萄酒在酿造和成熟过程中需要避免氧。应该采取措施保护新酒的果香和防止褐变：

① 向葡萄汁中添加 50mg/L SO_2，当葡萄醪和氧接触较少时，也可以使用抗坏血酸。

② 冷冻葡萄和葡萄醪，减缓氧化反应。装罐时用液态 CO_2 冷冻，在惰性气体中处理和压榨葡萄，以保证葡萄汁处于低温状态。低温提取和超临界提取（低于 0℃压榨整穗葡萄）能够明显防止氧化。

③ 在隔绝空气的环境中处理葡萄，限制氧的溶解。

④ 澄清可以消除与酶有关的固形物，限制葡萄汁的氧化酶活性，但不能避免葡萄汁的褐变。

（3）澄清　澄清是改善干白葡萄酒质量的有效方法。悬浮的固体物质带有滞重的、植物的、苦的滋味，它们富含酚类化合物，更易于染色和氧化。发酵结束的酒有还原味，在一定程度上，这种还原味难以通过充气和分离消除。而用清汁酿造的酒，品种香气更明显和典型。相反，过度澄清（浊度小于

50NTU）会降低果味，甚至会出现香蕉味、肥皂味或戊酸气味。如果考虑到能进行良好的酒精发酵，并获得香气的优雅性，不同品种的浊度宜控制在 100～250NTU。白葡萄汁澄清方法有自然澄清（将葡萄汁温度降低到 5～10℃）、添加果胶酶和皂土澄清、离心、过滤等澄清方式。

第二节 酒精发酵

进行酒精发酵的葡萄汁应装罐至罐容量的 85%～90%。如果需要将不同罐、不同澄清度的葡萄汁混合，应该在发酵之前进行。不能向正在发酵的葡萄汁中添加未发酵的葡萄汁，因为酵母在游离 SO_2 存在时会产生 H_2S，从而使葡萄酒具有还原味。

选择活性干酵母进行酒精发酵，采用发酵的葡萄汁接种，接种浓度为 2%～5%。选择干白葡萄酒酵母最重要的质量指标是：能够完全发酵浊度为 100～200NTU、含糖量为 220g/L 的葡萄汁，而不会产生过高的挥发酸。通常，活性干酵母接种浓度为 100～150mg/L 或 10^6/mL 葡萄汁，在葡萄汁澄清之后立即加入，加入之前酵母要经过 20min 的活化（水∶葡萄汁 =1∶1），接种时，葡萄汁的温度不应低于 10℃。

当葡萄汁中铵离子低于 25mg/L 或 160mg/L 可同化氮时，应该补充硫酸铵。欧共体（EEC）和国际葡萄与葡萄酒组织（OIV）标准允许硫酸铵的最大用量为 300mg/L。硫酸铵既可以和添加酵母同时进行，也可以分两次在酒精发酵进行的第 2～3 天充气时加入。

在发酵过程中，白葡萄酒应该进行适当的循环以保持空气与酒液的接触。也可以通过专门的加氧装置来添加氧（2～4mg/L），加氧通常在酒精发酵开始，酵母处于对数生长阶段时进行。因为在稳定期，酵母的生存因子和细胞膜必需的成分麦角甾醇的合成需要氧气。当葡萄汁浊度低，含糖量高时，必须进行充氧。

在一些传统产区，例如，勃艮第、索泰纳、格拉夫、卢瓦尔河谷、阿尔萨斯，采用橡木桶或小容器发酵，发酵温度通常为酒窖的温度，在 12～16℃。而大容器发酵，发酵温度不应超过 20℃，最好在 15～18℃。

干白葡萄酒的发酵周期受下列因素影响：葡萄汁浸渍条件、糖和可同化氮的含量、浊度、酵母株系、充气和发酵温度，酿酒师可以调节和控制这些参数。由于管理粗心使发酵缓慢或停滞，会对葡萄酒质量产生影响。白葡萄酒的发酵不应该超过 12d，不应该追求过长时间的发酵，除非是一些高糖葡萄汁的发酵。

每天测量葡萄汁的密度以检测酒精发酵过程的变化。当密度降低到

0.993～0.994g/L时，需要每天测定含糖量以检验发酵的完成情况。当还原糖小于2g/L时，表明发酵已完成，应该尽快满罐。然后，根据苹果酸－乳酸的进行与否决定后续操作。

如果不需要进行苹果酸－乳酸发酵，葡萄酒的温度可以降低到12℃左右，用泵或搅拌使酒泥悬浮，以避免氧的溶解。这种操作可以利用酵母酒泥的还原性使葡萄酒免受氧化，还可以避免酒泥中的还原味。

1～2周后，向葡萄酒中添加40～50mg/L SO_2。由于容易出现还原味，不宜用大罐带酒泥陈酿。加硫之后很快分离，以快速去除酒泥。今天，通过采取某些措施，白葡萄酒可以在罐中带酒泥陈酿。

第三节　苹果酸－乳酸发酵

通常，干红葡萄酒需要进行苹果酸－乳酸发酵，而干白葡萄酒很少进行。干白葡萄酒是否进行苹果酸－乳酸发酵取决于品种和葡萄酒产区。

勃艮第的霞多丽和瑞士的夏瑟拉（chasselas）是酒精发酵后带酒泥陈酿并进行系统的苹果酸－乳酸发酵的两个典型品种。它们进行苹果酸－乳酸发酵的主要目的是对葡萄酒降酸。这对于优质勃艮第品种尤其重要。在进行苹果酸－乳酸发酵之前，它们的总酸通常会达到7g/L（H_2SO_4），而且pH很低。苹果酸－乳酸发酵也可以提高白葡萄酒的生物稳定性。例如，它可以避免瓶内偶然的苹果酸－乳酸发酵。在酒精发酵之后，香槟酒可以在控制条件下进行苹果酸－乳酸发酵。通常认为，优质霞多丽葡萄酒都应该进行苹果酸－乳酸发酵。苹果酸－乳酸发酵不会减弱霞多丽葡萄酒的品种香气，并能增加其香气复杂性；而且，发酵中产生的某些香气能够稳定结构，使葡萄酒酒体更完整。遗憾的是，由于没有完全了解霞多丽的品种香气构成，酿酒学家还不能对此做出分子水平的解释。

目前，在世界范围内，按照勃艮第工艺对霞多丽葡萄酒进行苹果酸－乳酸发酵更多的是为了获得香气而不是为了降酸和提高稳定性。在这样的情况下，常常对果汁增酸以便能够进行苹果酸－乳酸发酵，也用这种工艺生产其他一些类型的葡萄酒。对此，一些欧洲酿酒师感到震惊。

对大多数其他品种，例如，长相思、赛美容、白诗南和所有的阿尔萨斯、德国和奥地利的品种，苹果酸－乳酸发酵能显著降低白葡萄酒的果味特征。因此，当必须进行降酸时，可以采用物理或化学方法进行。同时，应该研究乳酸菌对这些品种葡萄酒香气的影响，以证明对它们应避免苹果酸－乳酸发酵。

如果需要进行苹果酸－乳酸发酵，则应在酒精发酵结束后将葡萄酒满罐带

酒泥贮藏，不添加 SO_2，将温度保持在 16～18℃，每周搅拌酒泥以避免氧化。采用这些合理的酿造工艺，尤其是适当地添加 SO_2，可以即时启动苹果酸－乳酸发酵，也可以接种商品化乳酸菌缩短启动的时间。对某些品种酒，在完成了苹果酸－乳酸发酵后，甚至可以保持一些未添加 SO_2 的葡萄酒，在低温下保持至下一年作为苹果酸－乳酸发酵的引物。在需要系统进行苹果酸－乳酸发酵的区域，它的启动并不会产生某些特殊问题，由于整个设备（主要是橡木桶）含有充足的乳酸菌菌群，苹果酸－乳酸发酵难以避免。如果在等待苹果酸－乳酸发酵启动过程中葡萄酒已开始氧化，应该添加微量的 SO_2（20mg/L），这样不会影响苹果酸－乳酸发酵，而且能保持葡萄酒的香气特性。一旦苹果酸分解，向葡萄酒中添加 SO_2 40～50mg/L，带酒泥贮藏直到装瓶。

第四节　橡木桶发酵与陈酿

21 世纪初，在小容器中发酵和成熟干白葡萄酒的方法被广泛采用。最著名的是法国勃艮第的原产地命名酒。从 20 世纪 80 年代开始，木桶发酵与陈酿白葡萄酒不断受到重视，而且几乎影响到世界所有的葡萄酒产区。然而，木桶并不适合所有的葡萄酒，而且，费工费钱。

带酵母进行木桶陈酿是勃艮第传统酿造法的关键工艺。与红葡萄酒两次发酵后进入木桶不同，白葡萄汁在木桶发酵，然后在同一木桶中陈酿数月而不分离。在这一陈酿过程中，存在着酵母、木桶和葡萄酒之间的相互作用。这种现象的酿酒学原理主要包括：胞外和胞壁酵母胶体的作用，与酒泥有关的氧化还原现象，橡木挥发物的特性及如何通过酵母转化到葡萄酒中，木桶发酵与陈酿技术等。

由于费用高及操作的精细要求，从经济上讲，新木桶只适合于生产相对贵的、优质的、有限数量的葡萄酒。木桶陈酿适合于能够陈酿，并且能缓慢产生瓶内醇香的干白葡萄酒。这些葡萄酒主要被鉴评家所追求，能够获得最高的价格。陈酿几年之后，这些优质白葡萄酒的橡木味完全融入整个醇香中。新木桶不宜酿造新鲜饮用或果香浓郁的干白葡萄酒。由于橡木味掩盖了芳香的表现，使果味特点弱化。为了满足某些市场对橡木贮藏葡萄酒的需求，可以尝试用木桶发酵和陈酿某些普通葡萄酒。这样，木桶只作为补充某些缺乏芳香的葡萄酒香气的一种手段。这些技术的广泛使用实际上降低了消费者对木桶葡萄酒的吸引力。

在法国，白葡萄酒酿造中普遍使用的橡木桶是来自于法国中部森林的细纹理橡木，主要是埃里也。在这些成熟的橡木林区，有柄橡木占主导。细纹理橡

木比粗纹理橡木含有更高浓度的香味化合物，尤其是β－甲基－γ－内酯。粗纹理橡木（例如利穆森）香气少，但含有更多的单宁。用利穆森橡木酿造的白葡萄酒具有更明显的黄色和单宁特征，因此，它很少用于葡萄酒，尤其是白葡萄酒，而蒸馏酒通常在粗纹理橡木中陈酿。

制作橡木桶时进行的烘烤，能够显著影响葡萄酒的橡木芳香。将很芳香的细纹理橡木烘烤成中度到重度以使其芳香不会控制白葡萄酒脆弱的香气（表5－1）。

表5－1　橡木来源和烘烤程度对白葡萄酒颜色和木味特性的影响（Chatonnet，1995）

成分	对照	埃里也				利穆森			
		L	M	H	VH	L	M	H	VH
总酚（OD_{280}/PVPP）	3	4	3.9	3.9	3.8	5.2	4.3	4.7	4.4
颜色（OD_{420}）	0.1	0.12	0.13	0.13	0.08	0.42	0.47	0.48	0.48
糠醛/（mg/L）	0	0.9	3.6	4.9	3.5	1.8	2.55	4.8	4.3
5－甲基糠醛/（mg/L）	0	0.8	1.1	0.75	0.5	0.9	0.95	0.8	0.4
糠醇/（mg/L）	0	0.5	5.1	4.8	4.2	4	3.6	4.3	1.8
总呋喃/（mg/L）	0	2.2	9.8	10.45	8.2	6.7	7.1	9.9	6.5
反式－甲基辛内酯/（mg/L）	0	0.13	0.17	0.053	0.037	0.067	0.051	0.023	0.012
顺式－甲基辛内酯/（mg/L）	0	0.29	0.14	0.089	0.114	0.095	0.095	0.055	0.058
总－甲基辛内酯/（mg/L）	0	0.42	0.31	0.142	0.151	0.162	0.146	0.078	0.07
愈创木酚/（μg/L）	2	10	18.5	38	65	6	12	21	33
4－甲基愈创木酚/（μg/L）	0	10	14	24	29	10	11	14	18
4－乙烯基愈创木酚/（μg/L）	150	98	114	149	117	104	110	99	74

续表

成分	对照	埃里也				利穆森			
		L	M	H	VH	L	M	H	VH
4－乙基愈创木酚/（μg/L）	0	9	9	14	15	4	4	4	13
丁子香酚/（μg/L）	0	27	29	38	28	13	19	19	23
酚＋邻－甲酚/（μg/L）	8	25	26	47	41	26	17	17	35
p－甲酚/（μg/L）	—	1	1	2	—	0	1	1	0
m－甲酚/（μg/L）	—	2	3	4	—	2	1	1	0
4－乙烯基酚/（mg/L）	300	197	206	319	210	187	214	214	131
香兰素/（mg/L）	0	0.29	0.35	0.36	0.2	0.2	0.43	0.43	0.1
丁香醛/（mg/L）	0	0.49	0.69	1.4	1.8	0.27	—	—	—
总酚醛/（mg/L）	0	0.88	1.04	1.76	2	0.47	—	—	—

注：L、M、H、VH 分别代表轻度、中度、重度和特重度烘烤。

来源于勃艮第中等纹理的橡木也可用于白葡萄酒的酿造，这种橡木单宁含量低，比细纹理橡木芳香化合物少，最适宜于中度烘烤。

来源于中欧和北欧，尤其是俄罗斯的细纹理橡木和法国中部生长的橡木具有相似的成分。在典型的酿造条件下，细纹理的俄罗斯木桶和法国木桶酿造的白葡萄酒在滋味上很相似。

美国白橡木富含芳香，其过高浓度的 β－甲基－γ－内酯易于释放，会完全掩盖葡萄酒的特点。所以，它很少用于优质白葡萄酒的酿造，通常推荐用于普通白葡萄酒的快速陈酿。

酿造白葡萄酒所需要的橡木桶相当简单。新木桶不会释放硫化物，在使用之前，简单地用冷水润洗并淋干即可。旧木桶由于进行了硫化处理，在装桶时易于释放 SO_2 到葡萄汁中。结果，在酒精发酵过程中，形成极高的 SO_2 并产生强烈的还原味。如果在木桶中发酵，这种现象特别强烈。旧桶在使用之前必须

充满水润洗48h，以减少可能释放到发酵葡萄汁中的SO_2。

白葡萄汁在开始发酵之前装入橡木桶中，然后放置在冷的酒窖中（16℃），木桶顶部留10%的空隙，以避免发酵旺盛时泡沫溢出。入桶前，葡萄汁要混合均匀，并使酒泥和酵母处于悬浮状态。装桶之后，要仔细地将罐底的残渣（酒泥或沉淀）均匀分配到每一个木桶里。在发酵开始阶段，装桶能够带入酵母繁殖所需要的氧气。如果葡萄汁是在发酵之前装入的，在发酵开始时，必须进行充气（充氧或充空气），否则，各个桶之间的发酵是不规则的。和罐一样，酒在橡木桶中发酵迟滞常常是由于操作失误和管理粗心。

一旦发酵接近完成，用同批次的葡萄酒添满桶。如果出现发酵障碍，可以用刚刚完成酒精发酵的葡萄酒添满木桶来重新活化。这样做相当于使用了处于固定相的、能够抵抗抑制因子的酵母菌群作为启动子（10%）。酒精发酵结束后，每天搅拌木桶内的酒，待苹果酸－乳酸发酵完成，再对其进行SO_2处理。

在白葡萄酒的木桶成熟过程中，每周搅拌木桶内的酒，及时添桶，并保持游离SO_2在30mg/L左右。

第五节　酵母成分及作用

组成酵母细胞壁的糖类胶体主要是β－葡聚糖和甘露糖蛋白。酵母细胞壁的大分子成分，尤其是甘露糖蛋白，主要在酒精发酵尤其是在带酒泥贮藏过程中部分释放。研究显示，在实验室的模拟介质中，接触时间、温度和酵母菌群的搅拌会促进这些物质的释放。而所有这些条件发生在传统的带酒泥贮藏的木桶中。与葡萄酒在大罐中发酵和在优质酒泥上陈酿同样的时间相比，在木桶中发酵和带酒泥陈酿，每周进行搅拌的葡萄酒有较高的葡聚糖胶体，浓度相差达150～200mg/L。

甘露糖蛋白的释放是酒泥中某些酶自溶作用的结果。酵母细胞壁中存在的β－葡聚糖酶在细胞壁死亡数月后仍然保持活性，它们使侧壁的葡聚糖－甘露糖蛋白水解释放到葡萄酒中。

在白葡萄酒带酒泥陈酿过程中，多糖的释放能够结合白葡萄酒的酚类化合物。木桶贮藏过程中，带酒泥的白葡萄酒总酚指数和黄色调稳定降低。而且，陈酿数月之后，带全部酒泥贮藏的葡萄酒比在罐中优质酒泥上贮藏的葡萄酒黄色调更少。酒泥限制了鞣酸单宁的浓度，特别是来源于橡木的单宁。由橡木释放的单宁固定在酵母细胞壁上，并与酒泥释放的多糖结合。带酒泥贮藏的葡萄酒有较低的总单宁和更低比例的游离单宁。

另外，带酒泥陈酿会降低白葡萄酒对氧化褐变的敏感性，使葡萄酒颜色变成灰褐色，当葡萄酒进行稳定性处理和装瓶过程略微氧化时会出现这种现象。

新白葡萄酒，尤其是长相思，对这种颜色的变化敏感，必须仔细保护。与花色苷相反，这些反应的物质并不随 pH 的变化和加硫而褪色，但是在曝光条件下，粉红色会逐渐消失。这些酒的粉红色甚至在瓶内成熟数月后才能消失，因此，这种现象常常导致商业上的法律纠纷。白葡萄酒对这种氧化的敏感性可以用敏感指数表示，向葡萄酒中加入过氧化氢，24h 后，测定 500nm 处吸光度的变化，测定值乘以 100 倍即为敏感指数。敏感指数如果大于 5，肯定有褐变的危险。当将葡萄酒分离、陈酿在橡木桶或罐中的优质酒泥上，它对褐变的敏感性是相当稳定的，但如果带所有酒泥陈酿，敏感性会迅速降低。酵母酒泥可能会吸收与褐变有关的前体物分子，用干酪素澄清和 PVPP 处理都不能显著降低葡萄酒对褐变的敏感性。在装瓶时添加 100mg/L 抗坏血酸只是一种有效的预防措施。在带酒泥陈酿过程中，甘露糖蛋白的释放会提高白葡萄酒的酒石和蛋白稳定性。

第六节 酒泥与氧化还原

添加 SO_2 后，如果不采取措施，难以在大罐中完全带酒泥贮藏白葡萄酒。要很快消除不愉快的硫味，必须进行分离，采用适当的葡萄醪澄清和加硫措施，木桶陈酿可以延长与所有酒泥接触的时间而不会产生还原味。相反，当干白葡萄酒与酒泥分离并且贮藏在新木桶中时，它会很快失去果香，产生氧化味。瓶内陈酿过程会强化这些树脂、蜡质和樟脑味。要使贮藏在橡木桶中的干白葡萄酒进行适宜的变化，酒泥是绝对必要的。与红葡萄酒成熟中的单宁一样，酒泥起还原剂的作用。

白葡萄酒在橡木桶中比在罐中有较高的氧化还原电位，在木桶内部，从葡萄酒表面到底部的酒泥，葡萄酒的电位逐渐降低。在整个使用过程中，木桶会逐渐失去它的一些氧化特性，随着木桶陈酿，橡木鞣酸单宁释放的量越来越少，有助于它的氧化能力。与新木桶相比，旧橡木桶更容易发生还原。搅拌会均匀葡萄酒的氧化还原电位，防止酒泥的还原和表面葡萄酒的氧化。对新、旧木桶而言，都需要对带酒泥贮藏的葡萄酒进行搅拌，以避免新桶中葡萄酒的氧化和旧桶中酒的还原。

在陈酿过程中，酒泥向葡萄酒中释放某些还原性强的物质，它限制了橡木产生的氧化现象。这些化合物会减缓瓶装白葡萄酒的预成熟。

第七节 橡木挥发物的转化

在木桶释放到葡萄酒的许多挥发性物质中，挥发酚、β－甲基－γ－内酯和

酚醛是葡萄酒木桶香气的主要成分。挥发酚，尤其是丁香酚，赋予葡萄酒烟熏和香料香气，顺式和反式－甲基－γ－内酯赋予可可香气。挥发酚中的香子兰，产生香兰素味，呋喃醛具烤灼味。但是，它们的感官阈值高于其葡萄酒中的含量，因此，感官影响可以忽略。

与酒精发酵之后进行木桶贮藏的葡萄酒相比，木桶发酵的葡萄酒总体上具有较少的橡木香气。这种现象是由于酵母将香兰素还原成香兰醇，而后者几乎是无味的，呋喃醛也被还原成醇。

酒精发酵后带酒泥陈酿也会影响白葡萄酒的橡木香气。如果葡萄酒带全部酒泥陈酿，由于橡木能够与葡萄酒很好地融合，所以，橡木特征不显著。酵母能够固定并且不断转化某些从橡木中释放出来的挥发性化合物。

酒精发酵之后进行橡木桶陈酿和减少酒泥的预成熟能够产生具更多橡木味的白葡萄酒，在某些区域，酿酒师已将红葡萄酒的这种酿酒技术用于白葡萄酒。

第八节　挥发性硫化物的转化

干白葡萄酒常常是在木桶中发酵，然后带酵母酒泥陈酿。对这类葡萄酒，如果在酒精发酵过程中未出现还原香气，则它们以后很少发生。不断搅拌葡萄酒使酒泥始终处于悬浮状态，这样能够限制来源于桶板的氧化，抑制具有异味的含硫化合物的形成。

在葡萄酒的木桶陈酿过程中，发酵结束出现的挥发性硫醇、硫化氢会逐渐降低。这种现象在新木桶中出现得更快，很可能是由于较多的氧溶解及新木桶中单宁的氧化作用。

虽然，木桶带全部酒泥陈酿干白葡萄酒相对容易，但是，酿酒师应该密切关注能够影响酵母产生含硫化合物的酿酒工艺（澄清和添加 SO_2）。事实上，不管葡萄酒贮藏在新桶还是旧桶中，如果酒精发酵结束出现还原味，必须对来自于葡萄酒的异味酒泥进行分离和澄清。当缺乏酒泥时，干白葡萄酒难以避免发生氧化作用。

大容器陈酿干白葡萄酒容易出现还原性香气的缺陷。在陈酿的第 1 个月，酒泥的存在不可避免产生还原味。在大多数情况下，将罐藏的干白葡萄酒中的酒泥分离，并进行澄清，在还原香气出现之前，应尽早消除粗酒泥，这样，葡萄酒贮藏在优质酒泥上就不会有什么危险，较早分离有助于稳定低含硫化合物的浓度。

在大容器中，带酒泥贮藏白葡萄酒的主要危险是产生硫化氢和硫醇，即使酵母存在并未带来这些异香和异味，它们的快速降低会产生更新鲜与更芳香的

葡萄酒，并较好地保持其积极作用。

在罐中开放式分离葡萄酒而不分离出酒泥不足以避免不愉快气味的产生。在快速分离之后，硫化氢和硫醇浓度消失，但是在酒泥沉淀到罐底必须的 1 个月内，缺陷又会重新出现。在罐底带压的大容器中，酒泥的紧实可以促进加硫后的白葡萄酒的还原。

在这些条件下，酵母产生含硫异味的能力会在陈酿过程中逐渐减少，并且在几周后完全消失。这种变化是由于酒泥中催化 SO_2 还原成硫化氢的亚硫酸还原酶活性损失。

第九节　干白葡萄酒的大容器陈酿

只要酵母存在亚硫酸还原酶活力，则在大容器罐中发酵的干白葡萄酒带酒泥贮藏就具有产生还原性异味的危险。然而，如果临时将酒泥从葡萄酒中分离，待还原活动停止，再重新混合，这样就不会再产生含硫化合物。

实际上，先向葡萄酒中添加 SO_2，数天后分离，将酒泥贮藏在另一个橡木桶中。这种陈酿方法最初会稳定带优质酒泥的葡萄酒中含硫化合物的浓度，避免来源于粗酒泥的还原味。同时，硫化氢浓度在木桶酒泥中逐渐消失。从葡萄酒中分离 1d 后，这些酒泥不再含有硫醇。大约 1 月后，将酒泥重新混合进葡萄酒中。在这一阶段，不仅酒泥不再产生硫化物，而且，它的添加还会引起葡萄酒中硫醇浓度的明显降低。

新鲜酒泥的使用是一项广泛认可的酿酒工艺，用于校正过早氧化的白葡萄酒的颜色。最新研究发现，酒泥能够吸收葡萄酒中某些挥发性硫醇。

发酵结束分离出酵母，将其添加到含有甲硫醇和巯基乙醇的模拟溶液中，能够吸收这些挥发性硫醇，这些物质被酵母细胞壁的甘露糖蛋白所固定。在充氧过程中，细胞壁糖蛋白上的半胱氨酸和来源于葡萄酒的硫醇之间形成双硫键。

第六章　橡木桶与白兰地陈酿

第一节　白兰地的种类

白兰地（brandy）是一种水果蒸馏酒，它是以水果为原料，经过发酵、蒸馏、贮藏陈酿而成的。白兰地可分为水果白兰地（如苹果白兰地、樱桃白兰地）和葡萄白兰地两大类。在世界范围内，以葡萄白兰地的产量最大，通常将其称为白兰地。我们在这里主要讨论葡萄白兰地。

葡萄白兰地按生产方法的不同分为3种类型：即葡萄原汁白兰地、葡萄皮渣（酒泥）白兰地和调配白兰地。葡萄原汁白兰地是指用葡萄的自流汁或压榨汁，发酵成葡萄原酒，然后蒸馏成白兰地；用发酵后的葡萄皮渣蒸馏成的白兰地，叫葡萄皮渣白兰地；用葡萄酒泥蒸馏成的白兰地叫葡萄酒泥白兰地；在葡萄原汁中调入一定量的食用酒精，再经过陈酿而成的白兰地称为调配型白兰地。

在法国，通常称白兰地为“葡萄酒生命之水”（Eau－de－vie de vin），法国白兰地最主要的产区是科涅克（Cognac，干邑）和阿尔马涅克（Armagnac）。在法国夏朗德省和夏朗德滨海省（Charente－Maritime）生产的白兰地称为科涅克白兰地（又称干邑产区）。阿尔马涅克产区位于法国南部，主要包括热尔省（Gers）的大部和朗德省（Landes）及洛特－加龙省（Lot－Garrone）的部分地区。

在国际上，有很多国家也生产调配型白兰地。这种白兰地是用甘蔗糖或甜菜糖的糖蜜，稀释发酵蒸馏后，得到符合食用酒精标准的精馏酒精，用这样的糖蜜酒精与葡萄原汁白兰地、葡萄皮渣白兰地、葡萄酒泥白兰地，按一定的比例混合勾兑，经过调香和贮藏而成。例如，英联邦国家，把白兰地看作是“葡萄酒生命之水”的同义词。西班牙、希腊等，把白兰地作为混合调配的一种烈性酒；法国除了生产以产地命名的白兰地外，也生产“用葡萄酒生命之水或用葡萄皮渣发酵蒸馏的酒精与中性粮食酒精（或甜菜酒精）勾兑而成的白兰地”，这种白兰地主要用于出口。像法国这样生产调配型白兰地的国家还有奥地利、比利时、挪威、荷兰、前南斯拉夫、日本、中国等。

第二节　白兰地酿造工艺

法国科涅克白兰地的酿造工艺流程：

葡萄原料→压榨取汁→发酵→壶式蒸馏（两次）→陈酿→勾兑调配→稳定性处理→成品

葡萄品种对白兰地的质量起着重要的作用。用于酿造白兰地的品种应该满足：白色品种，糖度适宜（145～170g/L）、酸度较高（7～10g/L，以酒石酸计），弱香或中性品种。另外，用于酿造葡萄原酒的葡萄必须健康、完好、无损。在法国科涅克，用于酿造白兰地的品种为白玉霓、白福尔、鸽笼白。在烟台地区，经过多年的试验研究认为：最适宜酿造白兰地的品种是白玉霓，其次是白羽、佳丽酿。

葡萄压榨取汁要尽快进行，以防氧化。通常不对压榨后的葡萄汁进行 SO_2 处理。与澄清后的葡萄汁发酵、蒸馏获得的原白兰地相比，浑浊葡萄汁发酵、蒸馏的原白兰地香气更浓郁、更复杂，但略显粗糙，而前者却显单薄，但更优雅。

葡萄原酒的发酵不需要添加任何辅助物，通常不加酵母，自然发酵，发酵温度不超过30℃，当密度小于1.000g/mL，满罐、密封贮藏。

法国科涅克采用夏朗德蒸馏法，包括两次蒸馏，首先蒸馏葡萄原酒，以获得低度酒；然后，再用低度酒蒸馏，获得白兰地原酒。

第一次蒸馏是对葡萄原酒或94%的葡萄原酒与6%的头、尾（包括酒头、酒尾）的混合物进行蒸馏，蒸馏的馏出物可分为酒头、酒身、酒尾。酒头为最先蒸出的部分，主要含有如脂肪酸铜盐、乙酸乙酯和醛类等不良风味物质，酒身为馏出物的中间部分，酒尾为最后的馏出物，主要含有高级醇、乙酸等，当馏出物的酒度降至1%（体积分数）时，停止蒸馏，第一次蒸馏一般持续12h左右，获得的粗馏原白兰地的酒度为26%～29%。

第二次蒸馏是用第一次蒸馏的酒身或与次头尾的混合物进行蒸馏，以获得原白兰地。当馏出物的酒度降至2%（体积分数）时，停止取次尾，这时的馏出物为酒尾，直至馏出物的酒度降至1%（体积分数）时停止蒸馏。二次蒸馏的时间通常也为12h。二次蒸馏后获得原白兰地的酒度通常为68%～70%。

通过两次蒸馏，原白兰地的获得量只有葡萄原酒量的10%左右。

第三节　白兰地的成分

新蒸馏的白兰地应该是无色透明的，没有任何掺杂物，具纯正的品种香气和谐调的酒香，没有明显的醛、酯、杂醇油味，口味纯净，不尖辣刺口，无不良后尾。

原白兰地的主要成分：酒精68%～70%，挥发酸400～1000g/L，醛100～500mg/L，酯750～2500mg/L，高级醇1500～5500mg/L，糠醛≤30mg/L，甲

醇≤300mg/L，亚硫酸≤100mg/L，铜≤5mg/L，铁≤1mg/L，铅不得检出。

白兰地中，除了乙醇外，还含有许多其他成分，如醇、醛、酮、酯、含氧杂环化合物等。

高级醇如丙醇、异丁醇、丁醇等，是在酒精发酵过程中形成的，它们的酯类可使白兰地具有特殊的香气，如异丁醇与癸酸形成的酯具香蕉味。

乙酯在白兰地陈酿过程中占有重要地位。因为，它们可以通过水解和氧化参与陈酿酯香的形成。而乙酸乙酯和乙醛则由于具有过氧化味和青铜味影响白兰地的质量，它们在酒头中含量较多。因此，可以通过除去酒头将富含的这些物质除去。

在整个蒸馏过程中，馏出物中糠醛的含量很低，它具有与苯乙醛相似的苦杏仁味。

β－苯乙醇和乳酸乙酯主要在蒸馏的后期被馏出，β－苯乙醇在低浓度时具有玫瑰味，乳酸乙酯一方面可以提高芳香物质的香气，另一方面可减弱不良风味。

白兰地中的挥发物主要由3类物质构成：

（1）形成白兰地质量的物质，如己酸乙酯、辛酸乙酯、月桂酸乙酯等；

（2）在低浓度时会提高质量而浓度过高会降低质量的物质，如丁二酮、乙酸乙酯等；

（3）由变质原料形成的物质，会给白兰地质量带来缺陷，如2－丁醇、烯丙醇、丙烯醛等。

第四节　白兰地的成熟与陈酿

葡萄原酒经过蒸馏，得到原白兰地，原白兰地就可以进入陈酿阶段。如果将原白兰地一直存放在玻璃瓶里，因为没有发生萃取作用，其中的非酒精成分保持平衡，酒液的颜色为无色的。所以，这样的过程只是成熟而不是陈酿。

原白兰地的陈酿是从它和橡木发生作用开始的，科涅克和阿尔马涅克的陈酿都是从进入橡木桶开始算起的。

在原白兰地的陈酿过程中，总酒度及非酒精成分发生变化。酒度为50%（体积分数）和70%（体积分数）的原白兰地与橡木的交换作用是不同的，50%的原白兰地对香兰素的萃取作用比70%的更弱。

非酒精挥发物是由一些高级醇类、乙醛、酸、缩醛和酯等挥发性物质组成的。这些成分对陈酿过程起着非常重要的作用，非酒精成分很低的白兰地原酒在陈酿过程中获得优良质量的可能性很小，相反，经过两次蒸馏的白兰地原酒，其非酒精挥发物提高，在良好的贮藏条件下，能陈酿50年以上。原白兰

地类型与陈酿的关系见表 6－1。

表 6－1　　原白兰地类型与陈酿的关系（酒度 40% Vol）

	A	B	C	D
非酒精挥发物含量/（mg/L）	1000～1500	1200～1700	1500～2000	2000～3000
陈酿潜力	5 年	10 年	20 年	50 年

原白兰地的陈酿一般在 250～450L 的橡木桶中进行，法国科涅克用 350L 橡木桶。橡树需要 120 年以上树龄，5m^3原木可以做 10 个 350L 橡木桶。历史上，因为对白兰地原产地的控制，一般用利穆森地区的橡木做成的橡木桶来陈酿科涅克，用加斯科涅（Gascogne）森林的橡木陈酿阿尔马涅克。

橡木原产地、风干和橡木桶的制作方式对白兰地质量的影响比对葡萄酒质量的影响更大。因为，白兰地和橡木桶接触的时间要比葡萄酒长，一些甚至长达 50 年以上。

科涅克地区是世界上生产橡木桶最多的地区，以科涅克城市为中心 25km 范围内有 3000000 余只用来储存白兰地的橡木桶。

气候和酒窖条件是影响白兰地陈酿质量的另一重要的因素。通过酿酒师的选择，控制白兰地使其每年均匀地挥发，并努力通过勾兑使每一年生产的产品质量稳定一致。

第五节　白兰地陈酿过程中成分的变化

1989 年，欧共体规定，白兰地在橡木桶中储藏，如果橡木桶的容量在 1000L 以下，至少需要 6 个月，在 1000L 以上至少需要 1 年。对于原产地控制的白兰地至少需要两年半。当白兰地储藏在橡木桶中时，橡木中的挥发酚等进入到原白兰地中，为了使白兰地进行适度的氧化，萃取出的物质比例适宜，通常是先将原白兰地放入新木桶中，然后再移到比较旧的橡木桶中，使白兰地中的燥热感释放，变得柔和圆润。

在科涅克中，已经鉴定出了 400 多种成分。白兰地的许多芳香都对应着一定的化学成分。这些成分之间、成分和添加物之间存在着复杂的作用，包括相互促进与协同作用、相互减弱和拮抗作用。

一、陈酿过程中的反应

陈酿过程中，白兰地主要发生溶解作用、物理和化学反应等。橡木和白兰地间的相互作用主要有以下几种：

（1）直接从橡木中萃取物质；

（2）在酒精的溶解过程中，橡木中的大分子物质（如木质素、纤维素、半纤维素等）的降解；

（3）橡木成分和原白兰地成分的反应；

（4）橡木萃取物的反应；

（5）原白兰地成分间的反应；

（6）陈酿过程中，低沸点物质透过橡木桶的蒸发。

在其他不同阶段，还存在由于烘烤造成的化学成分的变化和新物质的形成，白兰地中可溶解成分的浓缩等。

陈酿时的化学反应主要有：

——氧化－还原反应（OR）

——酯化作用（ER）

——美拉德反应（Maillard RM）

——聚合作用和缩合作用（PP）

在陈酿过程中，每种反应都会引起香气和口味的变化。氧化－还原反应、酯化反应和美拉德反应影响醇香，颜色和澄清度取决于氧化－还原反应、聚合和缩合反应及美拉德反应，口味通常与聚合和缩合反应有关。一些反应开始于氧化作用，一些氧化作用的催化剂是离子或重金属，如铜，因为蒸馏器是铜制造的，所以，原白兰地中经常会出现铜。陈酿过程中酒精度的变化见图6－1。

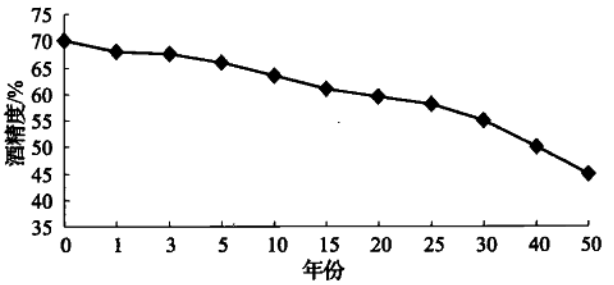


图6－1　白兰地陈酿过程中酒精度的变化

白兰地的酒香，首先来源于原白兰地，其次，来源于橡木可萃取物。贮藏在橡木桶中的原白兰地，随着贮藏时间的延长，总酸、挥发酸和固定酸的含量增加。同时，酒度和pH下降，高级醇保持相对稳定（除了在很旧的橡木桶中因蒸发造成的浓缩），脂肪酸也是如此。酯类，主要是乙酸乙酯，最高占总酯的80%以上，如果含量低，酒的口感很舒顺，如果含量太高，会降低陈酿酒的质量。总之，酯在陈酿过程中升高的幅度很小，上升幅度和蒸发量有关。酒

精与氧化形成的乙醛反应形成缩醛，产生很浓郁的香气。缩醛的含量随着贮藏时间的延长而增加，丙酮、脂肪酸会产生哈喇味。

二、影响萃取的主要因素

温度主要影响白兰地成分的萃取、浓缩、挥发和蒸发，而高湿度会使白兰地更加细腻。

从橡木中萃取的成分及其挥发与酒度有关。研究显示（Puech，1984 年），55% 的酒精最适合萃取干浸出物、木质素和总酚等物质。60% ~70% 的酒精最适合固定酸、酸和芳香醛的萃取，同时，莨菪亭（scopoletine）的含量也最高。相反，糖、矿物质和可溶性物质一般在低于 50% 的酒精中最易萃取。从感官上讲，陈酿到 55% 的白兰地最细腻，具有最持久的味感和最平衡的口感。

木桶的烘烤程度不同，对各类物质的提取也不同。表 6 -2 显示了新白兰地中各类成分在不同烘烤橡木桶中的变化。其中，橡木来自于同一森林，采用同样的风干方式，相同的原白兰地。酒精、酯和酸占白兰地总量的 95%，白兰地的成分构成显示其受烘烤的影响较大。

表 6 -2　　不同烘烤强度下各类成分的百分比　　单位:%

成　分	LT	MT	HT
酒精	89.8	88.1	88.0
酯	7.5	7.0	6.6
酸	1.2	1.2	1.2
酚	0.4	1.2	1.6
羰基化合物	0.3	1.0	1.0
呋喃	0.2	0.5	0.5
缩醛	0.3	0.3	0.3
降异戊二烯	0.05	0.08	0.06
内酯	0.01	0.02	0.02
其他	0.24	0.60	0.72

注：LT、MT、HT 分别表示轻度、中度和重度烘烤。

三、可萃取成分的变化——大分子和单体

在陈酿过程中，白兰地的主要变化是橡木烘烤时大分子物质（如半纤维素、纤维素、木质素和单宁等）的降解和酒精的成熟。

1. 纤维素和半纤维素的衍生

在白兰地中，有很大一部分是糖类，经过 40 年的陈酿，碳水化合物会达

到500mg/L，葡萄糖、阿拉伯糖、木糖、甘露糖等是白兰地中的游离单糖。游离中性单糖的萃取随陈酿的进行而进行。在白兰地中，还发现有聚合度在7度以内的寡聚糖、丰富的双糖和三糖。同时，经过酸的水解，游离单糖和总糖的比例在0.6。对于陈酿40年的白兰地，这一比例可以达到0.99。

2. 木质素

在含有乙醛、酚和相应酸的白兰地中，存在木质素的衍生物。其中，4%以上的木质素溶解在白兰地中，影响木质素降解的两个重要因素，一是橡木桶烘烤时的温度，再就是酒精，更确切的说是稀酒精在陈酿时的反应。

木质素降解主要是由于橡木桶的烘烤，其组成成分很快被酒精萃取。中度和重度烘烤产生5~10倍以上的芳香醛、肉桂醛、松柏醛和丁香醛。当重度烘烤时，有利于含肉桂结构物质的降解，含量为每升几毫克。当酒度为40%时，影响感官质量最主要的成分香兰素的感官阈值最低，为0.01mg/g。

橡木中木质素的降解，其主要途径是：橡木的木质素→（烘烤）橡木中的单酚成分→（醇解、溶解）→白兰地中的木质素单体。

白兰地陈酿过程中木质素及其衍生物的变化见图6-2。

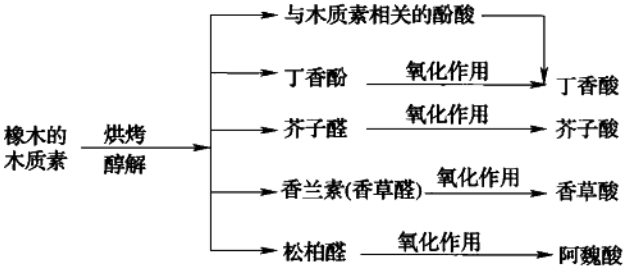


图6-2 白兰地陈酿过程中木质素及其衍生物的变化（参考Puech，1992）

3. 鞣酸单宁

原白兰地的陈酿，不论是在新桶或旧桶中进行，其单宁含量均呈有规律地上升。第1年为265mg/L，第12年会达到702mg/L。橡木中的单宁是鞣酸单宁，其中栎木鞣花素和栗木鞣花素的含量占鞣酸单宁的一半。在制作木桶时，重度烘烤过程中，鞣酸单宁部分降解形成鞣酸。通常用Folin-Denis法测定的是酚酸而不是单宁。

白兰地在橡木桶中陈酿，第1年鞣酸单宁溶解于酒精中，并逐渐消失。其原因可能是：可溶解的鞣酸单宁水解成鞣酸；鞣酸单宁被氧化和聚合；鞣酸单宁以乙氧基形式进行结构重组。

4. 内酯

影响白兰地感官特性的主要橡木内酯是β-甲基-γ-内酯。总体上，在美国橡木桶中陈酿的白兰地，其β-甲基-γ-内酯的含量比在法国橡木桶中

陈酿的白兰地中的含量要高。这是由于美国橡木的结构造成的，其具有胡桃和可可味。

同一森林的不同橡木及不同的木板中，β－甲基－γ－内酯的含量不同。同时，制作木桶塑型时的烘烤也会影响到美国橡木的β－甲基－γ－内酯的含量。在塑型烘烤过程中，β－甲基－γ－内酯会或多或少地被破坏，这可以解释为什么中度烘烤时其含量要少一些，而重度烘烤的木桶，白兰地会渗透到木板更深处没有烧焦的橡木层以萃取其中的β－甲基－γ－内酯（见表6－3）。

表6－3 不同种类和烘烤程度的橡木中β－甲基－γ－内酯含量（陈酿5年）

橡木种类	烘烤程度	酒精度/%（体积分数）	白兰地中的含量/（mg/L）
有柄橡木	LT	80.4	0.15
	MT	80.3	0.10
	HT	80.5	0.10
美国白橡	LT	76.3	2.8
	MT	76.1	1.8
	HT	76.1	2.5

烘烤不会改变对称型酯量（énantioméruque），在美国橡木桶陈酿的白兰地中，顺式结构的含量占β－甲基－γ－内酯总量的85%～91%，在法国橡木桶中陈酿的白兰地中，它的含量为44%～49%。

5. 其他物质

橡木中的许多物质都可以溶解到稀酒精溶液中。一些物质能直接产生芳香，另一些物质能影响白兰地的芳香。一些物质，虽然它不对感官特性起作用，但由于橡木的来源不同而在酒中的含量不同，其中一种物质是香豆素，如莨菪亭，这种成分在美国橡木中含量非常丰富，在美国橡木桶中陈酿的美国白兰地和西班牙白兰地中含有很多这种成分。在新橡木桶中陈酿的白兰地中，莨菪亭的含量比在旧橡木桶中的多。

其他成分，如脂肪酸、固醇等，在装瓶前的冷稳定和预过滤时会产生沉淀。

四、氧化现象

白兰地成熟过程中，氧化现象占有很重要的地位。氧气溶解于白兰地中，与酒精作用形成过氧化物，作为一种氧化剂，可溶性氧化物使氧气更加稳定，形成比原始物质更稳定的氧化态。例如，在白兰地中发现一部分氧化水合乙醛过氧化氢，单宁氧化形成的醌。来源于白兰地和橡木中的一些微量元素（铜、

锰、铁、锌等）起催化剂（触媒）的作用，通过氧化作用，酒精部分转变为乙醛和乙酸，木质素产生芳香醛，特别是香草醛，单宁收敛性的口感及苦味消失，给予陈年科涅克老酒特征。表 6－4 所示为在不同酒度、干物质和温度下白兰地中氧的溶解度（用每升酒液溶解氧的毫克数来表示）。

表 6－4　　氧气在白兰地中的溶解度（20℃）　　单位：mg/L

干物质/（g/L）	酒精度/%（体积分数）								
	40	45	50	60	62	64	66	68	70
0.0	9.3	11.2	13.1	16.5	17.3	18.1	19.0	20.0	21.0
0.5	9.2	11.0	12.6	15.5	15.9	16.5	17.4	18.2	19.1
1.0	9.0	10.8	12.2	14.6	15.2	15.8	16.5	17.2	18.0
2.0	9.0	10.7	11.8	13.8	14.4	15.0	15.8	16.7	17.3
3.0	8.9	10.6	11.4	13.1	13.6	14.2	15.0	15.7	16.4
12.0	8.5	9.9	10.6	—	—	—	—	—	—
15.0	8.3	9.7	10.3	—	—	—	—	—	—
17.0	8.1	9.5	10.1	—	—	—	—	—	—

温度校正系数见表 6－5。

表 6－5　　温度校正系数

0℃	5℃	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	35℃	40℃
1.15	1.12	1.10	1.05	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80

Mougues et al 的研究显示，不同白兰地中氧的消耗量不同［mg/(L·d)］：

新蒸馏的阿尔马涅克白兰地为 0.10。

上述白兰地中，加入了 500mg/L 橡木浓缩液后变为 0.42。

7 年龄的白兰地为 0.11。

从上述数值看，白兰地中氧的消耗量要比葡萄酒中的少得多。

在白兰地陈酿过程中，氧的溶解度很重要，应该控制在 6～14mg/L。通过对氧化还原电位的测定，不同条件下（pH、温度、酒精度）其反应不同。

表 6－6 显示了温度和酒度对氧化还原电位的影响。在橡木桶成熟过程中，这些参数会发生变化；氧化还原电位变化在 425～510mV，其变化幅度不如葡萄酒明显。在前 3 年的老熟过程中，氧化还原电位的变化与氧气的溶解度相似，对于 5 年以上的酒，氧气的溶解和氧化还原电位没有关系。

表 6－6 温度和酒度对白兰地氧化还原电位（Eh）的影响

	温度	5℃	15℃	30℃
新蒸馏的白兰地	空气	503	491	495
	用氮气除空气	485	471	460
1963 白兰地	空气	548	501	462
	用氮气除空气	380	375	385
	酒度	54°GL	27°GL	
1963 白兰地	空气	495	520	
	用氮气除空气	371	380	

五、陈酿特征

随着陈酿的进行，白兰地中的橡木成分，包括橡木的天然物质及烘烤产生的物质会越来越多。而且，提取物会以不同的方式进入。例如，在橡木桶烘烤时橡木产生的香兰素会进入到陈酿的白兰地中，或者是在整个老熟过程中产生。用新桶贮藏白兰地时，这种成分很多。同时，每年 1% ～2% 的蒸发也能对白兰地进行浓缩。

在此过程中，白兰地中的提取物和已存在的成分，随着酒龄的增加而不断变化。与新白兰地相比，25 年以上的白兰地酒度、pH 降低，一些大分子物质浓缩（见表 6－7）。

表 6－7 陈酿过程中化学成分的变化

年　份	5～10 年	10～25 年	25 年以上
酒精度/%（体积分数）	72～60	60～50	50～40
pH	5.0～4.8	4.8～3.5	3.5～3.0
总酚物质	萃取	浓缩	浓缩
鞣酸单宁	和乙醇结合	缺乏	缺乏
鞣酸	萃取	浓缩	浓缩
木质素	加热过程中产生的物质醇解	醇解	浓缩
木质素单体	加热过程中产生的物质醇解	醇解	浓缩
半纤维素	加热过程中产生的物质醇解	水解浓缩	水解浓缩

六、蒸发

如果使用新桶，当酒入桶后，酒会渗透到桶板里，每 350L 的桶会消耗掉 10～12L 酒。通常用蒸发系数来表示白兰地每年的损失量。蒸发系数是指白兰

地的损失量与上一年相比降低的百分比。

蒸发系数受以下因素影响：

橡木桶：包括橡木的种类、木板的厚度和容量（如250L、350L），橡木桶的使用方法（如装酒、倒桶、搅桶）等。

酒窖条件：如温度、湿度、使用方法（如封闭或通风）。

气候条件。

酿酒师的工艺操作。

储藏时原白兰地的酒度。

在法国，酒精的蒸发系数在1% ~3%，但每年都不一样。

以下公式用于估测橡木桶中每年未被蒸发的白兰地的量。

$$V_n = V_0 (1 - E) /100$$

式中 V_n——橡木桶中未被蒸发的量，L

V_0——最初的酒精量，L

E——蒸发系数，%

贮藏环境的温、湿度条件，直接影响到原白兰地的酒精含量变化。当空气相对湿度为70%时，原白兰地中，酒精的蒸发速度和水分的蒸发速度是平衡的，二者按相同的比例蒸发，原白兰地的酒精含量保持不变。在干热酒窖，原白兰地的蒸发系数更大，由于水的蒸发量较大，白兰地中的酒精会逐渐升高。相反，在潮湿和阴凉的酒窖里，原白兰地的蒸发系数较低，但由于酒精的蒸发速度高于水的蒸发速度，随着贮藏时间的延长，原白兰地的酒精含量降低。经过50年陈酿后，酒精度下降到40%。

第六节 白兰地的感官特征

从本质上讲，白兰地的最终质量取决于陈酿之前原白兰地的质量。如果原白兰地质量不好，长时间的陈酿不会显著改善白兰地的质量。

为了减少缺陷，可以将一些质量很差的酒放在提纯能力很强的塔式蒸馏器里蒸馏。但这种蒸馏在消除酒的感官缺陷的同时，酒的优点也全被除掉了。

为了使蒸馏出的酒精能达到陈酿要求，必须采用特制的蒸馏容器使获得的原白兰地中的非酒精挥发物的含量至少达到2g/L（40% Vol）。科涅克和阿尔马涅克蒸馏器符合这种要求。

科涅克白兰地中的非酒精成分非常复杂和丰富，特别是带酒泥蒸馏的原白兰地。

一、感官质量的描述

描述陈年科涅克感官质量的词汇多达500多种，对于新科涅克和白兰地有

将近300种的描述术语。按照品尝词汇主要有等级、类别、亚类、其他等划分方式。这种方式也是用来划分所有葡萄酒、白兰地、威士忌和香水等级的方法。这些等级的划分能很好地描述科涅克白兰地从陈酿开始到40年以上的感官特征。

随着陈酿时间的延长，科涅克白兰地质量特征表现为：

水果特征19种，包括李、梨、杏、桃、榛子、花生、杏仁、核桃、橙、樱桃、果酱、李干、干果、荔枝、麝香葡萄、蜜饯、椰子、西番莲、可可果。

植物特征14种，包括牵牛、雏菊、玫瑰、葡萄花、野石竹、干花、蓝蝴蝶花、鸢尾、紫丁香、茉莉花、忍冬、风信子、橘子花、水仙花。

香料特征10种，包括甜椒、紫罗兰、丁香、胡椒、肉桂、咖喱、姜、藏红花、核桃、香脂。

橡木特征10种，包括橡木、香草、烟草、皮革、巧克力、乳香、松树、雪茄、檀香、桉树。

上述词汇是按照果香、植物香、香料香和橡木香对40年以上科涅克的分类描述，在实际中经常使用到，从左到右依次出现在新酒到老酒中。

二、不同阶段白兰地的感官特征

白兰地颜色的变化（见表6－8）与提取的酚类物质的浓缩和缩合有关。陈酿时间越长，颜色越深。

表6－8　　白兰地颜色变化

时间/年	颜色
0	无色
3	浅黄
5	金黄
10	深金黄、琥珀色
20	深金黄、棕色
30	棕红
50	棕红、火红

在白兰地中允许添加焦糖以调整酒的颜色。在陈酿过程中，科涅克白兰地发生了许多物理化学反应，这些反应彻底改变了白兰地的感官特征。对于陈年的科涅克白兰地，最重要的变化是从12年开始有陈年老酒味。其主要物理化学反应有：

（1）氧化和缩醛作用；

（2）蒸发引起的浓缩；

（3）脂肪酸的氧化；

（4）化学平衡的变化。

白兰地在贮藏过程中，随着陈酿时间的延长，获得不同的感官质量，而且这些质量特点常常是累加的。这些感官质量特点主要描述如下：

阶段（1）陈年 =（1）（12～15 年）

在 12～15 年间出现如下特征：

具有波图酒、雪利酒、马德拉酒的味道。

香兰素和橡木的强度达到最大。

植物特征：干花味，如干玫瑰、腐烂味。

水果特征：榛子、核桃、花生、杏。

香料特征：丁香、胡椒、肉桂。

阶段（2）陈年 =（1）+（2）（18～22 年）

在 18～22 年间出现如下特征：

植物特征：茉莉、水仙、忍冬。

橡木特征：巧克力粉。

水果特征：干果、果酱。

香料特征：藏红花。

面包香味。

阶段（3）陈年 =（1）+（2）+（3）（30～40 年）

在 30～40 年间出现如下特征：

非常老的波图橡木桶味。

树脂味：雪松。

烟草、雪茄盒味。

老的玫瑰香葡萄酒。

香料特征：咖喱、肉豆蔻。

阶段（4）陈年 =（1）+（2）+（3）+（4）（50～60 年）

在 50～60 年间出现如下特征：

植物特征：紫罗兰、鸢尾、石竹。

水果特征：荔枝、西番莲。

橡木特征：桉树、檀香木。

三、陈酿过程中白兰地感官特征的变化

第 0 年　用带酒泥，含丰富酵母、果胶和蛋白质的原酒蒸馏的新白兰地，具有如下感官特征：

外观：无色。

香气：淡乙醚，花香（椴花、葡萄花、玫瑰、紫罗兰、熏衣草），植物香

（干草、干枝），果香（梨、杏、桃、苹果）。

滋味（稀释到40%体积分数）：淡的苦味（铜和酸），非常柔软，味持久，后尾感觉到弱的香气。

第1年　蒸发和萃取开始进行，出现乙醚味，颜色变浅黄，如果采用利穆森橡木桶贮藏，则开始出现香草和橡木味。

第5年　颜色变深，由于挥发酚的出现，在挥发物中能感觉到香草和橡木味，新酒味减少，酒香和橡木香气开始结合。

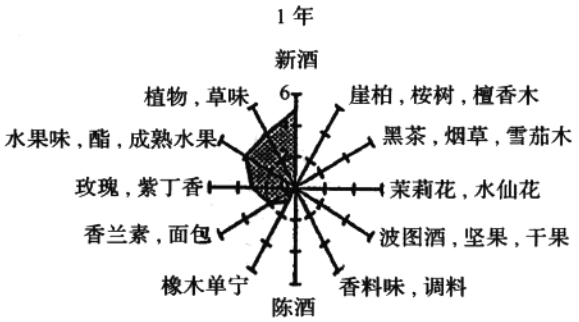
第10年　酒液呈金黄色，新酒味消失，橡木味加强，白兰地结构更复杂，由于浓缩，酒的香气变浓。

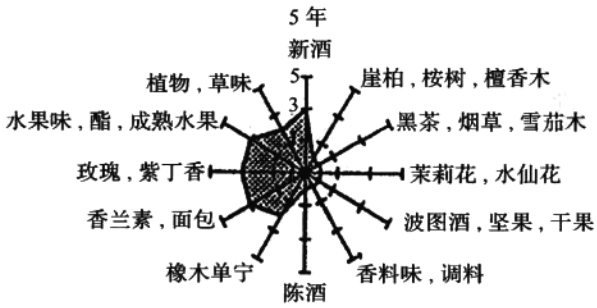
第15年　酒液变成金黄、琥珀色，老酒的第一特征开始出现，此时应防止挥发，因为其间的挥发量可达30%。

第25年　陈酿白兰地的颜色为棕红色，老酒的第一和第二特征开始出现，橡木桶中的酒有一半被挥发。

第40年　陈酿白兰地的颜色变为暗棕红色，陈年酒的第一、第二和第三特征开始出现。

陈酿科涅克白兰地感官特征的变化见图6－3，从纵轴开始从左到右用12个角度方位图表示从1～40年的感官变化。





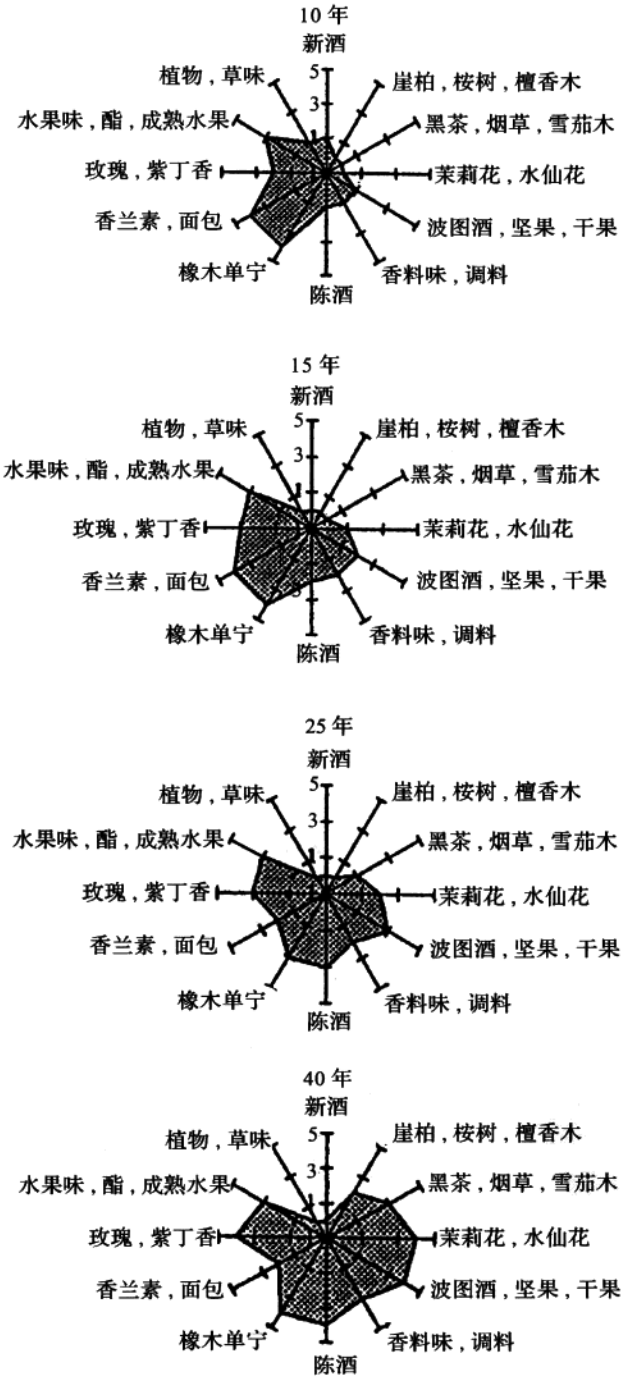


图6－3　陈酿科涅克白兰地感官特征的变化

轴 1　新白兰地；
轴 2　植物和青草；
轴 3　水果和酯；
轴 4　花香、玫瑰、紫罗兰；
轴 5　香兰素、面包；
轴 6　橡木单宁；
轴 7　老白兰地；
轴 8　香料、调味品；
轴 9　波图酒、坚果；
轴 10　水仙、茉莉；
轴 11　茶、雪茄盒；
轴 12　雪松、桉树、檀香木。

注：这里的轴 1 是纵轴正上方的部分，顺时针旋转依次是轴 2、3……12。

第七节　白兰地的勾兑与调配

一、勾兑的原则和实例

勾兑是用同一产地的白兰地，按照感官质量精确性和协调性的要求调配成品的过程。例如，对原产地控制产品（AOC）的勾兑如下：

同一产地、同一年份白兰地的勾兑；
不同产地、同一年份白兰地的勾兑；
同一产地、不同年份白兰地的勾兑；
不同产地、不同年份白兰地的勾兑。

勾兑能协调白兰地的感官指标并使各年份的白兰地更复杂。大部分原产地控制命名的白兰地由具质量保证能力的经销商控制勾兑。这样的操作使产品具个性化，专业品酒师能分辨出白兰地风格的差异。消费者，基于对某一品牌产品的喜爱，希望每一年产品的感官特点能保持一致。

首先，必须遵守勾兑的原则，即勾兑产品的酒龄从最年轻的算起。其次，勾兑是一项非常精细的工作，酿酒师必须有多年的经验。最后，由于要求成品具有稳定的质量，而每年用来勾兑的白兰地质量不同，同时，白兰地的质量也在不断变化。因此，必须在勾兑时了解装瓶后产品感官特征的变化。

酿酒师总是希望用一些数学公式来指导勾兑。但是，由于白兰地成分的复杂性及大量成分的不可知性，到目前为止，还没有这样的数学公式。对酿酒师而言，最原始而且最可靠的方法还是品评。将品评和指标相结合是酿酒师常采

用的方法。利用计算机结合定性和定量分析可以快速地确定勾兑比例。

勾兑可以在陈酿的不同时期进行。其中，将年份相差太大的酒结合在一起比较困难。将3年和15年的酒勾兑是不可能的，它们的感官特征是两种完全对立的感觉。而且，新白兰地和15年酒龄的白兰地的感官特征是分离的。

这样，有经验的酿酒师会通过一种“感官桥”来进行勾兑，可以先用3年和5年龄白兰地勾兑，10年和15年龄白兰地勾兑，最后再将两者勾兑在一起。

例如

成分A：3年龄白兰地A（3）；

成分B：5年龄白兰地B（5）；

成分C：10年龄白兰地C（10）；

成分D：15年龄白兰地D（15）；

第一次：勾兑：A（3）+B（5），陈酿6个月；勾兑：C（10）+D（15），陈酿6个月。

第二次：勾兑：[A（3）+B（5）]+[C（10）+D（15）]，陈酿6个月到1年。

用这种方法勾兑的白兰地感官特性和结构比较谐调。当然，A、B、C和D四种酒的比例对终产品的质量和价格非常重要。

二、白兰地的调配

调配是通过一定的工艺操作使装瓶产品获得最终的质量特征。其质量特征包括：

外观：颜色（色度、色调）、透明度、黏度；

嗅闻：香气；

尝味：甜、酸、苦；

触觉：用鼻闻和口尝。

1. 允许使用的添加物

原产地控制命名的白兰地中允许添加的成分很少。主要成分如下：

（1）经过蒸馏、软化或过滤的纯净水；

（2）每升最多15g的糖或蔗糖；

（3）用蔗糖制作的焦糖；

（4）从橡木中提取的橡木液。

通常要进行数次的加水，法国法律允许用加水来降低酒度直到40%体积分数。

添加糖（和其他成分）以弥补白兰地中天然糖分的不足。由于半纤维素

的降解，陈酿50年的白兰地中含有5g/L的戊糖。

焦糖的添加没有剂量限制，但是2g/L的添加量会对颜色影响很大。

最后，橡木液的添加量要严格按规定加入。从橡木片中萃取橡木液，然后勾兑入白兰地中再进行陈酿，以保证成品酒的稳定性。

2. 橡木液

传统的，橡木液可用于所有的白兰地，包括科涅克、阿尔马涅克等。用它来调整白兰地中的酚类成分，例如单宁。为了达到这一目的，传统方法是将与橡木桶同样产地的橡木片浸泡在水中，在90～100℃蒸馏，橡木片的浸泡液是水溶性的，考虑到其未来的稳定性，应该马上加入到同样产地的白兰地中，而且必须有最低酒龄的要求。再就是，它不能在加工的最后环节加入。

无论如何，在白兰地中，获得橡木萃取物的最简单方法就是在容器中加入小橡木屑、橡木块或橡木片。橡木使用前需要经过物理、化学处理及热处理，通过这些处理，可以提取出最好的萃取物。

三、过滤

对原产地控制命名的白兰地，可以采用的工艺处理有限。从1990年开始，法律允许用阳离子交换树脂来分离白兰地中一些离子，如铜、钙（来自于橡木）。钙会影响成品的澄清度和稳定性。

另外，过滤也是允许的。白兰地可以采用两种过滤方法，一种是冷过滤，将温度降到0～5℃，1～5d后过滤。白兰地中含有很多脂肪酸和相应的酯，当温度下降时，它们会结成絮状沉淀，通过过滤可以将这些沉淀除去。精滤是装瓶之前采用的澄清方式，主要采用膜过滤。

总之，为了获得高质量的白兰地，必须保证在葡萄种植、葡萄原酒酿造、蒸馏和陈酿过程中获得最佳的质量。因此，酿酒师需要花很多时间来酿造原酒，蒸馏获得原始酒精，然后，这些原白兰地在适宜的橡木桶中陈酿，经过各种变化，再通过勾兑、调配、加工获得最终的产品。

第七章　橡木桶的选购

第一节　橡木桶的选择

橡木桶选择是购买木桶的第一步，橡木桶用来贮藏什么样的酒？这些酒需要达到什么样的质量？橡木的类型、烘烤方式等对酒质量有什么影响？这些都是需要考虑的因素。

一、贮藏的葡萄酒类型

在橡木桶中陈酿的葡萄酒前几个月会产生典型的橡木味，之后，橡木味与酒香融合，橡木香气减弱。葡萄酒中多酚物质的含量、陈酿时间和陈酿方式不同，最终的葡萄酒质量也不同。

木桶可以释放单宁和橡木芳香，释放的量取决于加热方式和木桶类型，只有浓郁和结构强的酒才能接受新橡木桶带来的大量芳香和单宁。

葡萄酒具有一定的抗氧化能力，红葡萄酒由于富含多酚，需要经过长时间的陈酿，它的成熟需要一定的氧气。而白葡萄酒，最好不要暴露在空气中。所以，必须仔细考虑陈酿方式，因为它在一定程度上与氧化有关。缓慢、连续的供氧会稳定红葡萄酒的颜色，在木桶中陈酿获得的成品酒的颜色比在不锈钢罐中陈酿酒的颜色更深。

缺乏风味和质量的葡萄酒，如果橡木味太浓，就会失去酒的典型性。由于橡木单宁过于强烈，浸提过多，会使酒变得平淡、干涩。富含酚类化合物（具优质单宁以及单宁与花色苷之间良好平衡）的葡萄酒是橡木桶陈酿所必需的。例如，在法国波尔多地区，优质红葡萄酒理想的单宁含量是 2 ~ 3g/L，花色苷含量 > 500mg/L。

二、木桶类型对葡萄酒的影响

不同类型的木桶产生的风味不同。一些化合物来自橡木本身，例如，新鲜橡木的甲基辛内酯、丁香酚、香草醛等；而另外一些化合物则与木桶的制作方法（风干、加热等）有关，例如呋喃醛、酚醛等。橡木的主要成分与香味特点见表 7 - 1。

通常，美国橡木的主要风味是椰子和香兰素，一些人认为其缺乏优雅性。法国橡木更精细，更平衡，它能够缓慢地释放化合物，更适合于长期陈酿（12

个月以上)。

表 7-1 橡木的主要成分与香味特点

化学名称	相关的风味	来 源
反式-2-壬醛	新木味	风干缺陷
2-壬醛	腐臭味，树干味	
3-辛酮	湿尿布味	
甲基辛内酯	橡木味，椰子味	橡木和加热产生的香气
丁香酚	丁香味	
香草醛	香子兰味	
呋喃醇	焦糖味	
羟甲基糠醛	烤面包味	
二甲基吡嗪	烤杏仁味	
三氯茴香醚（TCA）	霉味	杀虫剂引起的污染缺陷（来自木材、橡木、木板或酒窖）
四氯茴香醚（TeCA）	霉味（阈值 20~35mg/L）	
五氯茴香醚（PCA）	霉味，但比 TCA 和 TeCA 弱	
三氯苯酚（TCP）	无味，由霉菌转换成 TeCA	
四氯苯酚（TeCP）		
五氯苯酚（PCP）	含有杂质的 TeCP 类杀菌剂、杀虫剂。无味，但霉菌的分解产生 PCA。	
地霉素（geosmin）	混合肥料味，灰尘味	微生物引起木桶或葡萄酒污染
乙烯基愈创木酚	康乃馨味，丁香味	
乙基愈创木酚	烟熏味，烘烤过的木材味	
乙基酚	马味，马厩味，皮革味	
硫化氢	由于还原引起臭鸡蛋味。应避免这种橡木桶陈酿带来的无法挽回的缺陷	陈酿缺陷（氧化或还原）
硫醇	洋葱味（还原）	
葫芦巴内酯（sotolon）	胡桃味，咖喱味（氧化）	
焦谷氨酸乙酯	蜂蜜味（白葡萄酒的氧化）	
羟基谷氨酸	巧克力味（醇香）	

通过长期陈酿，橡木味融于酒中，构成了酒香的成分，从而增强芳香的复杂性。所以，选择不同类型的橡木可以提高葡萄酒的复杂性。

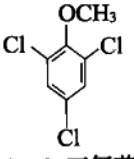
橡木中的单宁与葡萄中的单宁相互作用，产生不同程度的苦味、干涩味。它们在葡萄酒对氧化的敏感性和颜色的稳定性方面起到一定作用。某些类型的橡

木（利穆森橡木）会迅速释放出大量单宁，而另一些类型的橡木则缓慢适度地释放（法国橡木和来自东欧、中国的橡木）单宁。

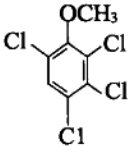
鞣酸单宁在葡萄酒中迅速溶解，三个月后达最大值，为100mg/L。由于水解和氧化，在溶解和分解达到平衡后，它的含量降低。这些化合物能够吸收氧气，因此，可以保护其他酚类化合物。它们还能促进花色苷与单宁酸之间或芳香物之间的结合，此时，氧气的少量存在有助于这种结合。

重度加热会产生烤面包味和焦糖的焦臭味。在加热过程中，具涩味和橡木（板）典型风味的鞣酸单宁含量降低。所以，结构简单或不太浓郁的葡萄酒更适合采用能尽可能多地分解橡木单宁的重度烘烤。

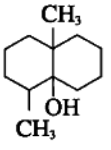
中度到重度烘烤是最普遍的加热方法。对木桶底部的加热可以增加短期陈酿的葡萄酒的橡木味。



2，4，6-三氯茴香醚



2，3，4，6-四氯茴香醚



地霉素（土味）

三、木桶容量和桶龄的影响

选择橡木桶容量（225L、228L、300L、600L等）时需要考虑预期效果。随着木桶的使用，橡木中的单宁和有味物质含量降低。一个新的波尔多木桶(225L）可以保持0.3～0.5mg/L的溶解氧。随着木桶板上洞孔被堵塞（酒石和染色物质的沉积），其渗氧能力逐渐降低，橡木可水解和可氧化单宁含量减少，使用3年以上的木桶，单宁含量降低到0.2mg/L。氧气会改善葡萄酒的颜色（变深，红色减少，紫红色增加）和稳定性，并改善单宁的口味。

应该让这种变化出现在陈酿的最初5个月内。之后，要注意防止葡萄酒的氧化，以保持它的果味特性。

二手木桶（陈酿过1次或2次葡萄酒），尤其是美国橡木桶，比法国橡木桶的使用寿命要短得多，其氧化作用更低，单宁和芳香化合物含量将受到限制。

由于酒的结构不足以浓郁到能够掩盖过量的橡木味，所以，大多数葡萄酒不能在100%的新橡木桶中陈酿，装瓶前的勾兑可以调整其最终含量。新木桶

产生强烈的橡木味，而二手木桶产生较弱的橡木味。因此，可以制定3年更新计划，每年使用1/3的新桶。

对旧橡木桶应仔细进行维护保养，以防止微生物的污染。尤其需要注意，装过红葡萄酒的木桶，不能用来装白葡萄酒。

总之，要选择与葡萄酒相适应的橡木类型和风干方式。再根据葡萄酒的储存量和定期品尝，以了解陈酿过程中橡木味的变化及葡萄酒质量的相关信息。

四、确定数量和订货

根据使用目标和木桶的更新百分比，酿酒师通常会在5月份发出第1份订单，订购其需求量的80%。然后，在葡萄开花后的6月份或结果后的7月份估计葡萄的产量，以此确定订货量和调节容量。第一批货物在7~9月间到达。在收获即将开始之前的9月中旬可以再重新调整木桶数量。

木桶制造商全年都生产橡木桶，根据季节发往世界各地。这样，可以缓解生产能力的不足，均衡生产，保证合理的库存周转（一般情况下1~2个月）。

第二节 新木桶的购买

虽然，我们很难预测出橡木桶对葡萄酒感官特性影响的程度。但是，下列因素是必须考虑的。这里，我们主要以法国橡木桶为例进行说明。

一、木桶的用途

运输型木桶：木板厚27mm，此类木桶交货时只带镀锌箍，木板厚度可以修正（刨平）。

酒庄型木桶：木板厚22mm，最普遍使用的类型。

可以根据需要确定桶箍数量、栗木包裹及藤条缠绕等细节。

二、木桶的容量

最常用的是225L容量的木桶（波尔多木桶）、228L木桶（勃艮第木桶）或300L木桶（多用在郎格多克和澳大利亚）。350L、400L（大木桶）、700L木桶主要用于蒸馏酒的陈酿，800L到40t的大容量木桶用于葡萄酒的陈酿或发酵。

三、酿酒师的特殊要求

酿酒师可以提前对烘烤方式提出要求。橡木的产区和类型不同，价格差异很大。例如，法国和美国橡木板组合在一起会产生更为复杂的结果，但不易控

制木材的原产地。

可以把木板内壁刻成波纹状，这些凹型槽可以将木板内部交换面积从30%提高到75%，这样会加快木板与葡萄酒之间的成分交换，产生更复杂的芳香。另外，雕刻的凹腔烘烤程度较轻，可能会引起过量的单宁和木板芳香。再就是凹腔清洗起来很困难。

220～400L的酿造用木桶，配备有排气阀和排渣孔，可以在木桶中进行小批量发酵，但这些发酵用木桶需要不断更新。

四、标签签发

1998年，根据法国“橡木和家具技术中心”（CTBA）确定的规范建立了木桶标签制度。该制度适应于在法国制作的每只木桶：从波尔多型、勃艮第型木桶，再到400L大木桶。

该标签是由12个成员组成的商标委员会（4名木桶商代表，4名用户代表及4名官方与协会代表）签发。该委员会还负责制定、修改、变更规定，通过并执行新规定。

要想获得中心签发的标签，必须满足以下规定，并定期进行售后服务。技术规定包括：

（1）湿度为16%（±2%）的木板尺寸和容量。

（2）规定了宽度和厚度的桶箍数量。

（3）说明书中确定的可用设备。

（4）42～52mm的桶孔，锥体和椭圆形状。

（5）只能使用面糊充填底部。

（6）必须分三步完成烘烤：软化纤维，采用木火、蒸汽或热水弯曲木板，橡木火再加热。

（7）树种和属性：有柄橡木、无柄橡木。

（8）木板至少需要进行12个月的自然风干（12个月后可以再进行人工干燥）。

（9）使用热水、冷水或蒸汽检查木桶的水密性。

（10）配备有贮藏和使用条件的技术数据表。

五、选择供货商

实际上，在木桶中陈酿葡萄酒需要许多制桶师的协同工作。各类供货商需要做到：

（1）控制库存短缺的风险。

（2）保证橡木的芳香特性，不能因为单一类型的木材和加热方法对葡萄酒造成不良影响。

（3）允许在供货商之间进行营销活动。

（4）每个供货商都有自己的特长。需要根据自己的需求进行选择：价格、质量水平、均匀性、相似性、售后服务和技术咨询等。

法国有60～70家木桶制造厂，其中10家大厂的橡木桶产量占整个法国木桶数量的70%。产品的60%出口到澳大利亚、新西兰、智利、美国等国家。

第三节　合同规范的建立

合同是根据用户的陈酿目标和储存方法，与木桶制造商共同确立而成的。建立合同规范有助于与木桶生产企业共同确定制作木桶的数量和各种选择。基本规范确定需要遵守的主要规则（法律、交货条件、补充文件等），而规范表则具体规定木桶的类型。下面是合同规范的具体内容（以法国木桶厂为例）。

一、名称说明

采用传统工艺、酒庄类型的、法国无柄橡木（高山林）生产的波尔多新橡木桶。

二、特性：木材类型

供货商保证橡木来源符合酿酒质量要求。

根据1993年7月14日发布的欧洲议会93/43/CE标准及其后的修改版本，供货商必须按照HACCP方法进行各项预防性测试（如果可能，安装金属探测器），以避免任何异物存在。

实施控制氯酚计划（TCA、TeCA、PCA、TeCP），对每一批木材进行检查控制，确保用于制作木桶的橡木不含上述成分。

使用的材料必须能够与食品接触：包括与使用物质（硅胶塞、清漆、油漆）相关的食品标签。

供货商的控制检查措施：包括货源（查账、环节分析、追溯性等），建立由供货商签名认可的规范。

保护环境：应保证遵守1994年12月20日发布的欧洲议会94/62/CE关于包装和包装废弃物（纸板箱、塑料等）的标准及其后的修改版本。

三、追溯系统

供货商制定追溯和产品召回程序。

对交付的每一种原材料，供货商要保证进行源头和现场跟踪调查（从原

材料到客户以及从客户到原材料）。

与追溯性相关的所有资料必须存档 3 年，公司可以随时调取每批材料的资料。

四、包装规定、交货和批量验收

保证木桶的包装（塑料外套、每侧的纸板盖）和交货状况良好。木桶不能含硫，干燥，无味，清洁。

标识上必须注明供货商名称，可以追溯桶板材料和使用树木的批号，桶板的加工日期，加热方法，酒庄名称，容量，制作年份。

如果要更换材料或包装，进行尺寸和质量的修改、成分或加工条件的更改应该在交货前进行，并应签订书面合同。

必须保证木桶的制作时间不超过 3 个月。

运输木桶的工具不得装有带任何可能改变或损坏木桶的物质。驾驶员必须遵守现场安全协议，除了运输车辆的安全系统以外，还应有必要的定位防护概。在库房内不准吃喝、吸烟。

在进行批量验收时，如果木桶达到规定要求，木桶将被接收。对未满足规范和规定要求的木桶可以拒收。供货商一旦发现不合格品，必须在交货前或在卸货前的最短时间内通知公司。

每次交货时，供货商有责任提交带有分析结果的检验证明书，分析结果必须是对订购的每批次货物中具有代表性样品的分析结果，同时要提交合格证书。这些资料必须在交货之前或交货时提交。

交货通知上必须注明加工日期和/或批号——木桶的名称和质量（来源和纹理）、生产场所和国家。

必须提交相关的检测证明，包括：加工日期和/或批号——代表的木桶名称和质量、已经进行检验的类型、测量单位，检测结果和采用的方法应该完全符合规定所保证的。

五、质量控制

供货商负责检验质量：加热方式，泡疤限制在规定范围内，水密性，无可检测的 TCA 含量，并严格遵守确定的规范。

要对木桶进行批量验收。交货时，在本批货物中抽查若干具有代表性的木桶，各级别的缺陷要求：次要缺陷 <5% 、主要缺陷 <1% 、关键缺陷 0% 。木桶的重要技术性能及相关标准见表 7 -2。

以上为基本要求，如果发现问题，在可能的情况下进行 100% 的检查核实，对有缺陷的木桶可以拒收。

表 7－2 木桶的重要技术性能及相关标准

	特性	指标	允许误差	重要性
桶板	种类	用无柄橡木加工的桶板	—	C
	纹理类型	细纹：每厘米至少 5 个纹理	至少 4 个	M
	原产地	法国中部的高山林（埃里也，尼埃务荷）	法国中部	M
	风干	24 个月自然风干或达到相关要求	±2 个月	M
成品	容量	225L	±1%	M
	加热（橡木块烘炉加热）	中度＋（M＋），缓慢有规则 无木材味，无醋酸菌和霉菌味 无泡疤（直径 > 1cm），无膨胀和开裂泡疤 无微泡疤	略带酚烧的木头味 — — <10	M C C M
	内部未加热	无处理或异物	—	C
	木桶尺寸	高 96cm 顶部尺寸 57cm，桶腰 68.5cm 底部尺寸 56.5cm（凸边至凸边）	±2 ±0.5	m
	桶板－厚 －长	21mm 95mm	±1 ±0.5	M
	桶底	不加热	±0.5	m
	桶箍材料	镀锌薄层钢。	—	m
	桶箍厚度与宽度	标准	—	m
	组装编号	8	—	m
	弯曲	无折断桶板	—	C
	底部	传统组装（无胶）		
表面要求	水密性控制（软化水）	无渗漏	—	C
	容量	无	—	—
	桶孔	直径 48mm，烧灼	±1	M
	外表	用砂纸擦 无处理	— —	M C
	桶箍	有，带涂层和清漆	—	m
	桶箍油漆	无光黑色漆和清漆	—	m
	木桶标识	制造日期/批号 加热方法 供货商名称（高度最大 3cm） 客户名称，年份	必不可少 — 必不可少 必不可少	C M M

续表

	特性	指标	允许误差	重要性
表面要求	塞	桶孔斧的50%在左边，50%在右边 离凸边3.5cm，灼烧直径35mm	— ±0.5 ±1	M M M
	龙头孔	无	—	—
	横杠	用刨平木板：宽145mm，厚21mm	— ±5	m m
	包装	有，外套+纸板保护	—	

注：m——次要；M——主要；C——关键。

准备使用木桶时要进行水密性检查，如发现异常应退货。

要对木桶中陈酿的葡萄酒定期、不定期检查，以保证符合规范的要求。

第四节　二手木桶的购买

这里所说的二手木桶，主要是经过短期使用的木桶。购买二手木桶比较难，需要尽可能精确地估测木板的老化和卫生状况。其主要危险是酒香酵母属和醋酸菌造成的葡萄酒污染或氯代茴香醚类引起的“霉味”。

二手木桶用于陈酿的时间可能已达16～60个月。购买时，需要考虑它已经陈酿的时间，而不只是装酒的次数；另外，还需要了解装了什么酒，最好是用来贮藏同一类型的酒。

和新木桶一样，二手木桶的售价因质量等级不同而不同，最初三年，木桶每年丧失其价值的50%，但这种递减与供求密切相关。

整修木桶是刮削掉木桶内表面已经失去芳香化合物的几毫米板，清除酒石、表层微生物，以便对木桶进行再利用。处理时，也可以对木板再次加热以彻底消除微生物，产生新的芳香。软砂磨起不到清除表面的效果，相反，如果力度太大，会使酒产生“木板”味。

但是，整修木桶也存在一些缺点，陈酿时，木板会被大约5L酒液浸泡数毫米深。二次处理时，只有表层几毫米被刮掉，而木板和渗透入内的酒在加热期间被烘烤，可能出现浸渍味（烤木板味、烟熏味、灼烧味、焦油味、动物味）。因此，对木桶的整修只能是对最多盛过2～3次酒的运输类木桶进行。

应该尽可能缩短木桶启运到使用的时间，同时，要保证储存条件满足要求，要进行仔细的外观检查。木桶不能太干，桶箍不能移动（稍微校直是正常的），木板必须结合紧密。要对木桶的卫生状况进行嗅觉检查，不能有异

味、酸味或霉味。

当从第三方购买二手木桶时，要注意选择供货商，一定要了解木桶的来源，以防它们来源于被污染的酒窖（使用原料或不安全的氯化产品）而给葡萄酒带来污染的危险。

木桶的作用效果受时间限制。陈酿时间超过 36 或 48 个月，木桶提供芳香物的能力会受到极大限制。木桶在陈酿的第 1 年释放芳香和多酚化合物，之后，其作用逐渐减弱。

核对发票，落实销售日期和木板的质量。同时，要核对木桶上的标记（制造日期、批号）等是否与发票一致。

索取翻新（物理和/或化学处理）或整修证明以保证木桶不含酒石沉淀、颜色以及减少微生物群落。

还应进行 TCA 和挥发酸试验，保证购买的木桶状况良好。

二手木桶合同规范的确定原则上应该与新木桶一致，基本要求相同。附加的条件涉及与规范表相关的木桶寿命和使用时间。交付的二手木桶必须未经硫处理，以便于控制。

第五节 橡木桶的接收

一、核对

交货时，必须检查木桶的数量，要逐个检查运输期间是否有损坏。任何损坏必须在交货单上注明。

接货时，要用灯仔细检查木桶内部的状况。至少要检查 10% 的木桶，以发现泡疤或不均匀加热引起的炭化层。

纹理必须符合订单规范。木板一定不能有可能引起渗漏或易于使细菌生长的疤节。内表面必须光滑。

小缺陷是指未达到成品标准和定做要求，它会影响到美观，但对葡萄酒无害。

大缺陷是指木板内表面有泡疤、加热缺陷及无法追溯的标记缺陷，可能在葡萄酒陈酿过程中出现问题。

严重缺陷是指木桶有异味、木板折断、开裂的泡疤、渗漏、弯曲或桶底固定等方面的缺陷。采用不可预见的处理方法使木桶无法正常使用，对葡萄酒造成破坏或对消费者构成危害。

一旦发现严重问题，要进行 100% 的检查，挑出有缺陷的木桶，退还给供货商。小缺陷可以只报告给木桶制造商。

如果有疑问，应进行后续试验，通过品尝酒可以辨认使用木板的类型及其原产地。此时，必须联系独立的、可以进行色谱分析和质谱分析的实验室以确认木板类型。

二、储存

木桶必须尽可能保持装满状态，这是最佳的储存方法。要根据确定的目标实施陈酿计划。

根据储存区域的温度和湿度条件，新木桶可以储存数周或数月。要防止温、湿度变化（温度 15～18℃，相对湿度 65%～75%）。当这些条件不确定时，向木桶添加无氯饮用水，保持 24～48h，然后彻底排放，使木桶变干。然后，使用气态 SO_2 对木桶进行处理，以避免微生物繁殖。在向木桶装酒之前，每 3～4 周必须进行硫处理。

装备有温、湿度调节设备的酒窖是存放木桶的理想场地。在此类酒窖，可以取下木桶包装，以方便检查。

如果存放木桶的地方不理想（例如，温度高于 20℃，湿度过高或过低），建议保留塑料包装，以防木桶过分干燥。但不宜在潮湿的地方长期存放木桶（超过几个月）。

第六节　木桶制造商的可追溯性

每个木桶都有可以追溯到橡木原产地的标识代码。对每批木材使用“条形码”或 6～8 位数的代码标明记号。来自不同树木的木板被组装到一起。

木桶制造商要通过 ISO9001 质量认证标准，该认证是实际要求的准则，在审核期内有效。

可追溯性也是各批原材料与成品之间以及与之相关的实验结果之间的连接点。因此，该信息具有有效性，并且要传递给客户。

独立的认证机构可以签发法国橡木桶原产地的确认证书。该程序保证必要的控制措施和各类文件的建立。

在法国，占市场份额 60% 以上的各类木桶制造商使用由“橡木和家具技术中心”颁发的保证木材原产地的标签“法国传统木桶”。

木桶的质量以纹理类型为基础。同一个木桶可以使用来自不同产地的木板进行组装。原产地保证系指一个国家或地区，而不是某一个特定的森林。

上面主要介绍的是法国橡木桶购买过程中建立起来的一系列标准与规范。我国的企业在购买木桶时，可以根据实际情况，结合橡木的产地、生产国、厂家及用途等制定相应的规范。

第八章　橡木桶的使用

第一节　橡木桶前处理

一、新桶的处理

新橡木桶在使用前应使用无氯水检查是否存在渗漏，不需要进行消毒处理，避免使用硫，防止异味进入酒中。通常的处理程序如下：

（1）将木桶直立，用热水或冷水清洗。如果桶底处理不均匀，裸露加热，可能会产生异味。

（2）修补渗漏部位。

（3）保证桶塞良好的密封性。

（4）洗刷、冲洗。

（5）排放、空干。

具体方法如下：用 10～15L 90℃的热水对新木桶进行润洗，封闭桶孔，分别正放和倒放 15～30min，使其膨胀。如果有排出蒸汽的声音，表明有渗漏点，应进行修补。然后，将水排空，用冷水润洗，最多不超过 1 周，装酒之前排出冲洗水。用热水润洗会使过多的橡木化合物溶解，并限制木板物质的快速释放，可能会过度损耗木桶。

使用蒸汽处理会使木桶迅速膨胀，而不会除去太多的化合物，提取的木板化合物取决于处理时间和处理强度。这种处理常常会限制木板芳香物质的释放，同时，快速强烈的提取，存在渗漏的危险，再就是 3min 的蒸汽处理不足以使木桶膨胀。

使用冷水浸泡时，提取程度比较柔和，能使木板更好地膨胀，但处理过程较长，适用于短期陈酿的酒。方法是添加 10～15L 冷水，保持 8～24h（或正放和倒放各 3～12h），最长为 48h。也可以用冷水完全充满木桶，但会提取更多的加热产生的香味。另外，品尝清洗后的水可以了解是否存在某些感官缺陷。

如果木桶在装酒过程中有稍微渗漏，而且渗漏在 24h 后仍不停止，应停止使用该木桶，并与木桶制造商联系。同时不要使用高压水冲洗，以免损坏木桶内表面。

如果桶底进行了烘烤，用冷水简单清洗即可，这样可以去除木桶中存在的

木屑或锯末。如果木桶制造商已经进行了冲洗，并且在合同中予以说明，则可以直接使用。反之，如果桶底没有加热，必须采用热洗，尤其是底部清洗，以除去可能出现的木板味。

避免使用添加剂（SO_2、钾盐、硫黄粉等）进行处理。因为，木材微生物菌落在酿造条件下无法存活。

陈酿红葡萄酒时，考虑到美观，可以使木桶颜色较深，以掩盖苹果酸－乳酸发酵、添桶或分离操作时酒液外溢引起木桶外部的污渍。可以使用酒泥来擦洗污渍，用 SO_2 清洗桶孔会使其漂白。

如果木桶的渗漏出现在桶板的顶端，则是由纹理和导管引起的，由于液体总是向下流，渗漏通常在漏痕的最高处。可以用带尖工具在渗漏点凿一个洞，用锤子把木橛砸进洞中，木橛被嵌入硬木中，但不要胀破木板。如果洞孔太多，则需要更换木板，此时，应该将木桶退还给制桶商。

二、旧桶的处理

如果准备在木桶中发酵葡萄酒（白葡萄汁的酒精发酵或红、白葡萄酒的苹果酸－乳酸发酵），使用前，需要用冷水对木桶进行 48h 的浸泡处理，以最大限度地除去 SO_2。

另外，在旧桶使用之前，必须使用适量的稀亚硫酸（1～3g/L）或 10% 的可溶性醋酸钠（钾），进行 2～3d 的浸泡处理，让木桶膨胀，以消除细菌产生的醋酸或硫处理形成的硫酸及其他异味。

润洗可以清除最后的残留物，此项操作可采用旋转水龙头进行。也可以用 4bar（1bar = 10^5Pa）的蒸汽处理 30min，以提高内表面的温度，清除木桶中残留的部分发酵物。蒸汽在内表面凝结，起到润洗作用，最后用冷水冲洗。

沥干木桶后（需要 12h），必须对木桶进行熏硫处理（使用 10g 硫黄粉），以便对桶板表层滋生的细菌进行消毒。

对木桶进行硫处理时，燃烧硫黄粉可以释放其重量 2 倍的 SO_2，但粉剂的效果会随着时间的延长而降低，而且不能在潮湿环境中使用。硫黄绳比较稳定，但可能会在燃烧结束前熄灭。因此，应该将硫黄粉储存在干燥的地方，并注意其储存时间。

第二节　葡萄酒入桶

对于红葡萄酒，应该在苹果酸－乳酸发酵结束后，尽早入桶，即当葡萄酒仍呈雾状或浑浊时进行。这样有利于酒的快速澄清和 CO_2 的散失，同时也可以给葡萄酒充气。

发酵前入桶：可以利用发酵时期的高温，延长葡萄酒在木桶中的时间；能使酒泥中含有较多肥硕和肉质物质；增强颜色，降低涩味；使酒出现更复杂、更浓郁的“咖啡”味、烧烤味和烘焙味。

缺点是木桶容易变脏，易于产生醋酸菌腐败，对温度变化更敏感，发酵过程难以控制。由于硫对发酵过程有害，在可能的情况下，尽量使用不含硫的新木桶。

苹果酸－乳酸发酵结束后立即入桶：优质酒泥的存在有助于适度提取橡木味，产生肥硕、肉质的物质，可以适度溶解木桶化合物，木桶损伤轻微，可以重复使用。

苹果酸－乳酸发酵结束后入桶：此时，温度迅速降低（12 月至 1 月份），使氧气充分溶解，稳定颜色，软化单宁。缺点是存在微生物和风味方面的风险，酒脚少，木质成分溶解过快。

澄清后入桶（发酵结束后 8 个月）：陈酿过程简单，葡萄酒中迅速出现浓郁的橡木味。但是酒的颜色不够浓，橡木味太明显。

尽早装桶可以提取更多的橡木化合物，增强葡萄酒与酒泥之间的交换，在葡萄酒的芳香平衡中体现橡木特性。小容量和温度下降还可以加速澄清过程，出现不同程度的色素物质、可溶解盐和各种悬浮物质的沉淀。这些化合物黏附在木桶的内表面，并逐渐减缓木桶与葡萄酒之间的交换。

法国勃艮第地区的传统做法是，在酒精发酵结束后，立即把葡萄酒装入木桶。而在波尔多地区，需要等待一段时间，在苹果酸－乳酸发酵结束，进行了 1～2 次分离后，才将葡萄酒装入木桶。后一种方法更适合于大批量加工。

如果在木桶中进行苹果酸－乳酸发酵，需要留 10～20L 空间以补充可能出现的容量变化。

对短期陈酿的酒，装入澄清的葡萄酒可以将陈酿时间缩短至 6 个月。对这种酒，贮藏过程中，用桶塞封住顶孔，无需分离。

对于白葡萄酒，由于其在木桶中停留的时间短（6～12 个月），应该在压榨之后装入木桶。在木桶中进行酒精发酵以提供芳香，发酵温度的升高会增强提取效果。

甜白葡萄酒，最好在木桶中进行酒精发酵，尤其是在使用新桶时。这样，除了获得和干白葡萄酒一样的效果，还可以提高木桶与葡萄酒之间的交换效率。

已经完成酒精发酵或苹果酸－乳酸发酵或正在酒罐中进行浸渍的葡萄酒，可以根据酒窖的位置，借助于重力的作用或用泵将酒装入木桶。

有自动制动功能的专业喷枪（无线遥控，可反复充填）适合各类酒泵，也可以通过重力的作用。可以根据事先确定的装酒高度移动探头，关闭喷枪的

喷嘴，这样可以避免大流量时产生溢流。

需要注意的是装桶后要监测木桶的状况，是否有微孔或渗漏，一旦发现，要迅速处理。

第三节　红葡萄酒的陈酿

木桶陈酿红葡萄酒时，需要考虑下列因素：

一、桶孔位置

桶孔的位置有在顶部或侧面两种情况。在陈酿的最初几个月内，木桶的位置为“桶孔在顶部”。桶孔塞最好是玻璃塞，这样有利于葡萄酒中气体的快速散失和氧化作用。

此后直到装瓶前，用木塞或硅胶塞等气密塞替代玻璃塞，这样，氧气的进入会受到更多的限制，氧气只能通过木板间的缝隙进入。

早充气有助于优质葡萄酒的变化，充气应在陈酿的6个月内进行，此时应使“桶孔在顶部”。然后，进行12个月“桶孔在侧面”的缓慢氧化，这样的陈酿时间不适合结构简单的葡萄酒。

应该根据葡萄酒的质量变化确定陈酿时间（15月、18月、24月等），并通过不断品尝来检测酒的感官变化，而不应固守确定的时间表。

陈酿的目的是使橡木特性与葡萄酒平衡，橡木不能在酒中占主导地位。经过良好陈酿后，葡萄酒中的所有化合物必须具有成熟和完美的特性：颜色呈宝石红色，单宁圆润、柔和，如丝状。

要精确掌握葡萄酒“转桶”的时机，这需要经过多个酿造季节的实践和经验积累，同时，通过分析颜色指数、pH、挥发酸，或酚类、乙酸乙酯的浓度变化，来丰富品尝结论，为后续的操作提供依据。

最新的研究表明：对红葡萄酒带酒泥陈酿，酒泥的抗氧化作用会影响葡萄酒的稳定性，保护果香。与白葡萄酒一样，来自酵母的甘露糖蛋白使葡萄酒更加圆润，但同时会增加产生还原味的风险，因此，应尽快将酒从木桶中分离。对红葡萄酒而言，带部分酒泥陈酿会产生理想的效果。

二、添桶

添桶是陈酿过程中的一项重要操作。由于葡萄酒的蒸发和木桶的吸收，需要及时补充木桶顶部的空隙，防止微生物引起的变化。

如果使用新木桶，在陈酿的最初几周内葡萄酒损失明显，出现空气/葡萄酒接触面，导致氧气溶解。

添桶所用葡萄酒的质量至少要与木桶中葡萄酒的质量相同。特别是该葡萄酒应具备微生物稳定性，以避免任何形式的污染。酒的贮藏温度为 12～15℃，游离 SO_2 30～35mg/L，挥发酸低于 0.5g/L。

添桶后的最初几周内，由于蒸发会出现葡萄酒的明显损失，用于添酒的木桶应保持开孔，如果 2～3d 内才能用完，需要用惰性气体加以保护。

另外，也可以使用装备良好的小容量不锈钢容器来贮藏添桶用酒，装酒的容器要保存在充氮或隔绝空气的环境中。带漂浮盖的容器可以调节葡萄酒的容量。可以用叉车来提升这些不锈钢容器来添桶。

如果木桶的“桶孔在顶部”，添桶必须规律，根据葡萄酒的损失率、木桶的桶龄和酒窖的环境条件，每周添桶 1～3 次。

添桶可以与搅拌酒泥结合进行，每周 1～3 次，以使木桶不同部位的氧化还原电位均匀一致。

三、葡萄酒的氧化还原电位

当物质固定氧或失去氢或者失去 1 或多个电子时，该物质被氧化。而氧化的逆反应即为还原。对有机分子，氧化会产生具有较高氧和较低氢含量的物质。实际上，氧化与还原是相伴而生的：

$$Red_1 + O_x \rightleftharpoons O_x + Red_2$$

氧化还原电位用毫伏（mV）表示。溶解氧比例越高，环境越氧化。陈酿过程中，氧化还原电位与下列现象密切相关：

（1）控制花色素与单宁之间的化学键，使颜色稳定；

（2）富集新鲜的果香（尤其是白葡萄酒的“硫”味）；

（3）产生新的“氧化”型芳香，例如胡桃味，梅味等；

（4）使微生物繁殖。

红葡萄酒陈酿过程中氧化还原电位的变化见图 8－1。

四、氧气的进入

在木桶陈酿期间，氧气通过 3 条途径进入到葡萄酒中：

由于木板的多孔性（根据桶板状况及其污秽程度，每年 1～25mg/L 的氧气）、空气和木板表面积（根据陈酿类型、表面渗透性，尤其是木桶容量，每年 17～98mg/L 氧气），木桶可以进行一定程度的氧气交换。

添桶（每年 0.2～1mg/L）和倒桶（每年 2.5～7.5mg/L）操作会带入一定量的氧气，其进入量取决于温度、操作方式和次数。

装桶、过滤、装瓶等工艺操作使氧气每年的进入量达 10～30mg/L。

当每年进入到葡萄酒中的氧气量超过 100mg/L 时即属于强氧化，低于

50mg/L 是弱氧化。氧气的进入应该柔和、循序渐进，避免出现对质量有害的氧化还原电位的峰值。温度越低，氧气的溶解越容易，效果越显著。

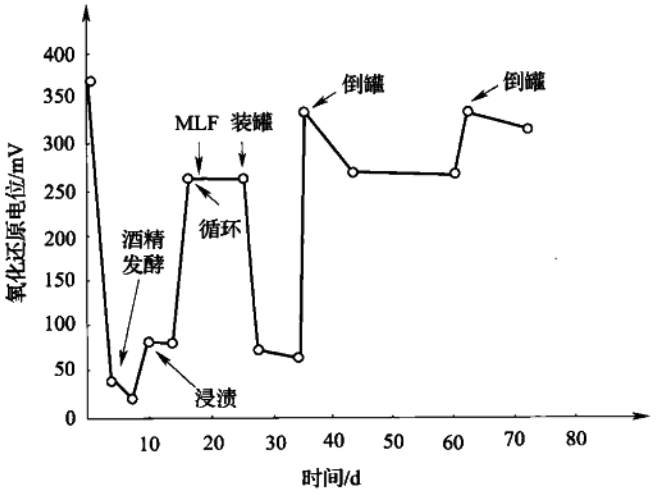


图 8－1　红葡萄酒陈酿过程中氧化还原电位的变化

通过测定溶解氧和氧化还原电位，了解陈酿期间进入酒中的氧气量。然后及时测量消耗，这样做优于瞬间即时测量。因为，在线测量不能正确反映关键点的反应平衡。而葡萄种类和产地不同，葡萄酒对氧气的需求量也不同。陈酿过程中各种工艺处理溶解氧的比例见表 8－1。

表 8－1　　陈酿过程中各种工艺处理溶解氧的比例

操　作	溶解氧/（mg/L）	氧化还原电位的变化/mV
喷淋	1～2	—
转罐	4～6	—
密闭式倒桶	2～5	+50
开放式倒桶	4～8	+100
每年添桶	0.2～1	+20
桶孔	0.5	+20～+30
在新桶中陈酿	0.4	—
在旧桶中陈酿	0.2	—

五、分离

分离可以澄清葡萄酒，除去 CO_2，带入部分氧气，促进酒的发育。在陈酿的第 1 年，每 3 个月分离 1 次，之后间隔期可以稍长些，第 2 年每 4 个月分离

1 次。

1. 传统方法

尽可能仔细地把澄清的葡萄酒与沉淀的酒泥分离。为了防止沉淀物重新悬浮，用由压缩气体（或空气）控制的分离杆，把葡萄酒从一个木桶转到另一个木桶，不要用泵。当绝大部分葡萄酒被抽出后，开始慢慢地滗析：由一人将木桶倾斜，另一人用灯来检查葡萄酒的澄清度，这样可以精确地确定酒泥出现的时间。每个木桶中酒的分离都需要采用手工分别进行。

采用连续倒桶而不过滤也可以保证葡萄酒达到所需要的澄清度。

分离会导致氧化还原电位先升高后下降，8～10d 后，恢复到初始值。采用该项技术分离和滗析葡萄酒可以避免对氧越来越敏感的葡萄酒的剧烈氧化。陈酿开始时，使用漏斗会引起强氧化，而用软管从木桶底部注入葡萄酒会控制氧气的进入（第 2 年的操作，见图 8－2），分离应在下胶之后进行。

将酒泥滗析或过滤，清酒重新混合或分别陈酿，在以后的勾兑时再混合使用。

2. 其他方法

短期陈酿（4～6 个月）不需要倒桶分离，但要注意检测 SO_2 含量，及时添桶和对木桶适当定位。

用托盘 2 个 1 组成对处理木桶，用酒泵抽取酒脚到处理站，这样可以优化处理时间。

图 8－2（2）是最常用的方法，它是通过一个中转罐，将澄清的葡萄酒转移其中。必要时，用泵进行此项操作。利用重力作用分别收集酒泥，或将酒泥送到清洁桶中沉淀后再滗析。采用过滤方法可以将葡萄酒与酒泥快速分离。然后现场将木桶清洗后立即添桶，必要时进行熏硫。每次可以对 1 个或数 10 个木桶分离、陈酿，直到最终的勾兑。使用高压水枪从侧面喷洒热水进行现场清洗。

按照传统方法，2 名工人每天大约可以处理 50 只木桶。而每次处理 2 只木桶的设备每天的处理量能够达到 100 只。使用移动罐处理也可以达到该处理能力。

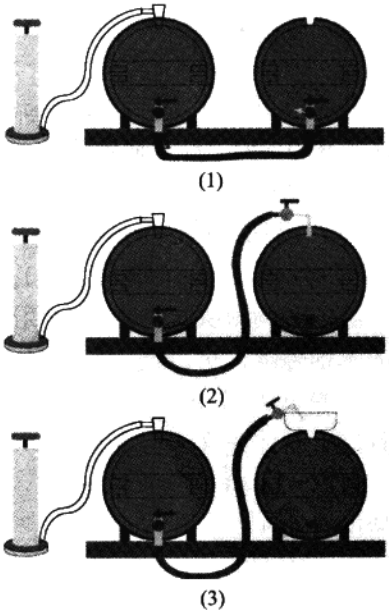


图 8－2　分离方式与氧的进入
（1）密闭分离　（2）轻微充氧分离
（3）充氧分离

六、下胶

通常，陈酿结束时葡萄酒已经比较澄清，此时，对葡萄酒下胶，有助于酒的澄清和稳定。下胶可以在木桶或罐中进行，直接在木桶中下胶可以保证良好的混合，使酒泥完整地沉淀在木桶的表面。

每种葡萄酒都有其特定的澄清方式。不同葡萄酒成分不同，变化也不同，在使用前，要对澄清剂的种类、用量和稳定性进行试验，主要看酒的感官质量是否得到改善。

红葡萄酒的澄清宜采用蛋清（每桶 3～6 只鸡蛋清，轻轻搅匀）和明胶（50～200mg/L）。混合之后，对葡萄酒强烈搅拌，使胶体迅速分布均匀。

下胶后，使木桶的“桶孔在侧面”保持 45d，然后进行分离。通常，陈酿第 2 年的冬季下胶有利于沉淀。

将澄清剂分离，葡萄酒可能会失去部分芳香，尤其是果香。但涩味大大降低，葡萄酒似乎更瘦弱。2～3 月后，葡萄酒再次出现其肥硕和肉质特性。选择澄清剂之前，要先对其进行澄清度和稳定性试验。

澄清之后，葡萄酒对氧化非常敏感，应该尽可能限制其与氧气接触，保持足够的游离 SO_2（根据 pH 的不同，含量 25～35mg/L），温度不超过 17℃。

七、陈酿时间

在陈酿的前 6 个月，橡木桶会释放出大部分可提取化合物，颜色变深并且稳定。第 6～9 个月，葡萄酒变得更肥硕和圆润。此时，应该密切关注，一旦出现下列情况即进行装瓶：

（1）出现琥珀色和砖红色；

（2）口味变干（12～18 月）。

陈酿时间取决于所酿造葡萄酒的特点。对于短期陈酿的酒，最少需要 6 个月的木桶陈酿，可以使葡萄酒具有明显的橡木香气和典型的单宁味。

1999 年 6 月 29 日，法国制定了相应的标准：葡萄酒只有在木桶中陈酿 6 个月以上，才能在标签上标注“在橡木桶中陈酿”。

根据酒窖温、湿度的不同，在木桶中陈酿 2 年的酒将损失 0.8% ～2% 的酒精度（TAV）。

第四节　白葡萄酒的陈酿

用木桶陈酿白葡萄酒，已经越来越引起人们的关注。

将压榨获得的葡萄汁澄清后，装入木桶中发酵（浊度最大为 100～

250NTU），发酵结束后，让葡萄酒在同一木桶中保留全部酒泥贮藏。

由于酵母的自溶作用，细胞壁中的某些成分（尤其是甘露糖蛋白）会释放到葡萄酒中。在木桶中搅拌酒泥，让酒泥重新悬浮以加速上述交换作用。而且，甘露糖蛋白会结合、固定酚类化合物，使木桶中贮藏酒的黄色比罐中陈酿的酒更浅。

通过上述作用，橡木释放出的多酚1/3被固定到酒泥上，超过1/3的多酚与葡萄酒胶体结合，从而限制了涩味的表现。橡木特点变弱，更有利于产品感官质量的改善。

带酒泥陈酿很快会产生“还原”味，应该将酒泥分离，酒泥单独保存，仔细管理。陈酿过程中会出现一系列硫化物，例如，硫化氢、乙硫醇、甲硫醇、硫酸乙酯和硫酸二甲酯，它们都具有非常低（以μg/L计）的感官阈值。与罐中陈酿的酒相比，木桶陈酿是保持足够高的氧化还原电位以限制上述化合物出现的唯一办法。在木桶中，离酒泥越近，氧化还原电位越低，因此，从桶壁到桶中心，氧化还原电位逐步降低。随着木桶的使用，其逐渐失去渗透氧气的能力，氧化性能降低。因此，旧桶贮藏的酒更易于出现还原味。

同时，木桶也会释放出许多橡木香气，最终形成复杂的醇香。然而，由于酵母把香草醛转变成了无芳香的香草醇，所以，在木桶中发酵，不带酒泥陈酿的葡萄酒比发酵后进入木桶陈酿的葡萄酒橡木味要轻。在木桶中发酵能提高葡萄汁的芳香潜力。

酒泥可以促进酒石和蛋白质的沉淀，提高葡萄酒的稳定性，使澄清更简单容易。例如，与前期使用1000mg/L的皂土澄清相比，陈酿1年后400mg/L的皂土便足够了。

对酒泥搅拌的次数影响甘露糖蛋白的浓度，进而影响葡萄酒稳定的速度。

酒窖温度必须低于18℃。当葡萄酒不需要分离时，让木桶处于“桶孔在顶部”的位置。只要有发酵，木桶就不能完全封闭，发酵结束后的数月里，木桶则需要密封。

在夏季来临之前，需要对葡萄酒进行分离，此时，由于已经获得带酒泥陈酿的优点，没有必要再延长陈酿时间。白葡萄酒要获得橡木质量特性至少需要6个月的陈酿时间。

第五节　贵腐葡萄酒的陈酿

对贵腐葡萄压榨时要尽可能轻，将获得的葡萄醪静置沉淀，澄清后的葡萄汁入桶。

在木桶中进行酒精发酵，当残糖为120g/L时停止发酵，将葡萄酒带酒泥

冷冻（-4℃）保持3~4d，分离，装桶时添加SO_2，以使葡萄酒稳定。

在木桶中陈酿贵腐葡萄酒可以长达三年半，陈酿完全按“桶孔向上”的方式进行。橡木味与贵腐葡萄的典型芳香结合在一起，更会受到消费者的喜爱。

对贵腐葡萄酒而言，对木桶类型和烘烤方式的选择与红葡萄酒大体相同。这种葡萄酒对氧化不太敏感，通过压缩空气管将葡萄酒分离到清洁的空木桶中。整个陈酿过程中，分离方法与红葡萄酒一样。

通常，每3个月分离1次，过滤，收集酒泥。对过滤酒泥后的葡萄酒分别陈酿，然后根据其质量等级，勾兑或分别使用。

采用明胶、鱼胶或两者结合对贵腐葡萄酒进行澄清。有时，也可以在发酵进行一半时加入澄清剂。澄清45d后分离出澄清剂，这样，有利于改善葡萄酒的澄清度和芳香特性。

在初冬或冬季进行澄清，有利于沉淀聚集和酒的澄清。

第六节　白兰地的陈酿

对白兰地进行陈酿，是实现其优良品质的重要环节。葡萄发酵、蒸馏后获得原白兰地，只是奠定了优质白兰地的基础。而白兰地的颜色、香气和滋味则需要经过橡木桶的贮藏、陈酿才能获得。

首先，贮藏在橡木桶中的白兰地不能装得太满，要留出1% ~1.5%的空隙。这样，一方面可以避免因温度变化引起体积膨胀造成酒的外溢损失，另一方面，上部空隙中空气的存在，可以加速酒的老熟。原白兰地贮藏期间，每年要添桶数次，可用同样的原白兰地按时添至自然消耗的量。

白兰地贮藏期间，要经常对酒液进行观察，定期检查它的颜色、香气和口味的变化。并根据酒的质量变化采取相应的措施。贮藏白兰地的木桶，要新老木桶交替使用。即新蒸馏的原白兰地在新木桶中贮藏一段时间后，转入老桶里贮藏，以避免新橡木桶中太多的可溶性物质进入到酒液中，造成酒的橡木味太重。

原白兰地在贮藏过程中，除了要确保酒的质量正常变化外，还要对酒进行稀释，即将原酒的酒度从70%逐步降低到成品酒的40%。通常采用分步降度法，即每次将原白兰地的酒度降低一定值，最后，即在装瓶以前，准确地调整成品酒酒度到标准值。每次降低的度数为5% ~10%，降度后贮藏的时间为6~18月。

在贮藏过程中，要对原白兰地的质量变化进行跟踪。包括理化指标和感官品尝，在品尝时要特别注意酒的老熟情况。并依次对酒进行分级，分类贮藏，最终成为不同等级的白兰地产品。

在原白兰地的贮藏过程中，如果发现有不正常的现象，要立即采取措施，消除这些缺陷。如果颜色变得太深太暗，出现粗糙的橡木味，要对原白兰地进行下胶处理，然后再贮藏，并对橡木桶进行处理。

在贮藏过程中，要建立详细的原白兰地质量档案：编号、品种、产地、原酒质量状况、蒸馏时间、原白兰地的来源、质量水平、感官特征等。此外，还应包括：酒度、相对密度、挥发酸、醛、酯、高级醇、糠醛、金属含量等。

第七节 橡木桶的清洁与消毒

每次分离后，需要用热水将桶彻底冲洗 2～3min。如果有酒石，应使用高温、高压水来冲洗。桶孔周围必须使用浓亚硫酸溶液（10%）清洗。清洗过程应认真仔细，否则，硫处理时会形成硫酸。清洗时间至少 40min，然后燃烧 5g 硫黄粉消毒，生成的 SO_2 会消耗掉木桶中的氧，限制木桶中氧气的存在，并对木板内表面滋生的大量微生物进行“消毒”。

如果木桶一直在使用的话，则无需经过上述处理。但必须严格检查木桶塞，必要时进行修理或更换。

从经济性和效率考虑，如果酒泥和酒石的数量很少，而且，没有微生物污染的迹象，则应该尽快再装桶。如果用带即时真空吸收废水的三维立体清洁头清洗，在装桶前不需要对桶进行硫处理，而硫处理将产生硫酸。每月应该进行严格的检查，以便迅速对各种微生物的繁殖做出反应。

事实上，需要对各种清洁和消毒工具进行浸泡消毒，不清洁的工具可能污染当天处理的木桶。应遵循以下主要清洁原则：

（1）使用热水润洗表面；

（2）清洁，用无氯碱溶液浸泡，清除有机物残留；

（3）润洗；

（4）用酸溶液去除酒石；

（5）用双胍浸泡消毒；

（6）使用前进行冲洗。

第八节 橡木桶贮酒的微生物风险

通常，在木桶陈酿过程中，葡萄酒的挥发酸含量会增加 0.1～0.2g/L（硫酸计），有时甚至更高。这主要是由于桶孔周围产生的好氧菌会分解一些残留的微量苹果酸，它们的代谢足以在分离过程中形成每升数毫克的醋酸。在形成醋酸的同时，会产生乙酸乙酯，而乙酸乙酯具有很不愉快的气味。在木桶中，

由于葡萄酒一直与氧气接触，加上温度的变化，有利于腐败的发生。从晚春到早秋，酒窖温度升高，蒸发速度加快，加大了微生物污染的危险。因此，应特别注意加强对木桶的防护。

除了醋酸菌，还能检测到有害的氧化和酸化酵母。

当葡萄酒贮藏在顶部没有用桶塞密封的木桶中时，添桶很关键，目的是避免醋酸的过分增加。葡萄酒的温度应该保持 < 20℃，游离 $SO_2 \geqslant 15mg/L$。相对低的温度，结合使用防腐剂可以防止好氧菌的繁殖，因此，从采收后的第二年春天开始，在分离过程中应该减少充氧。

在烘烤过程中，木头中的半纤维素乙酰基会形成醋酸，因此，新木桶的使用会增加 0.1g/L 的挥发酸。对于酿造过程管理较好，最初的挥发酸含量低于 0.4g/L（硫酸计）或 0.5g/L（醋酸）的葡萄酒，经过 12～18 月的木桶陈酿，装瓶时挥发酸含量不会明显高于 0.5g/L（H_2SO_4），如果高于 0.6g/L（硫酸计）或 0.75g/L（醋酸），则说明酿造和木桶陈酿过程管理不善。

除细菌外，酒厂环境中还存在酒香酵母（*Brettanomyces*）和德克（*Dekkera*）污染酵母，通常是夏天出现在新、旧木桶中，而不管是否有空气。它代谢产生不愉快的乙基酚，并一直会持续到瓶内。

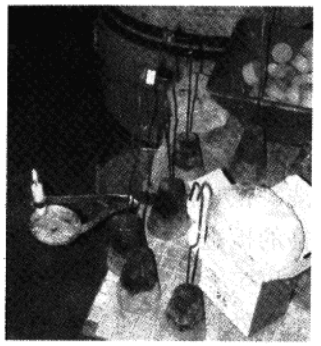


图 8－3　木桶熏硫示意图

通常将硫黄片或粉剂灼烧产生气体 SO_2，添加到葡萄酒中，防止木桶内部产生微生物污染（每桶至少燃烧 7g 硫黄），直接向葡萄酒中添加亚硫酸溶液并不能提供完全有效的保护。木桶熏硫示意图见图 8－3。

木桶陈酿是一项柔和的操作，需要对房屋、容器和葡萄酒进行严格的卫生管理，并通过合理的措施将各种危险降到最低。表 8－2 所示为不同贮藏条件下红葡萄酒中几种成分的含量。

表 8－2　不同贮藏条件下红葡萄酒中的几种成分含量（Chatonnet 等，1993）

贮藏条件	醋酸/（mg/L）	乙酸乙酯/（mg/L）	总乙基酚/（mg/L）
水泥池	526	44	37
新桶（中度烘烤）	637	46	496
新桶（重度烘烤）	686	48	550
旧桶（5 次）（未处理）	526	39	1285
旧桶（5 次）（刮削）	563	46	1230

第九节 陈酿过程中的质量控制

在葡萄酒的陈酿过程中，需要进行一定的分析试验，以决定后续操作。主要包括挥发酸、游离 SO_2 分析和感官品尝。另外，还需要分析其他一些项目。

一、SO_2 含量

游离 SO_2 取决于 pH 和总 SO_2 的含量，其含量应保持在 20～35mg/L。过多的 SO_2 会与乙醇氧化产生的乙醛结合，乙醛对于花色苷与单宁之间形成化学键必不可少，因此，在陈酿最初的 5 个月内会起到稳定颜色的作用。而 SO_2 含量过低会使有害微生物发酵葡萄酒中的残糖。

一般在装桶时，将游离 SO_2 调整到 25mg/L，3 个月后它会降低到 16mg/L。酿造早期不及时分离会出现一些问题，陈酿 6 个月而不倒桶的酒，装桶时 SO_2 保持在 40mg/L，以后不需要再进行调整。

要定期检查 SO_2 的含量，必要时进行调整。SO_2 的添加量 = 需要量 - 原罐（或桶）中的量。通常认为在所加入的 SO_2 中，1/3 变成了结合态，2/3 变成了游离态。

例如，若葡萄酒中的游离 SO_2 为 15mg/L，需要调整到 25mg/L，则需要增加：25mg/L - 15mg/L = 10mg/L（游离 SO_2），将该量乘以 3/2，10 × 3/2 = 15mg/L，即为需要加入的量，1 个标准橡木桶（225L）需要添加的量：15 × 225 = 3375mg/桶。

如果使用硫黄粉，通常的用量为 5g，也可用 7.5～10g 的校正量，粉剂适合于橡木桶等小型容器。

如果使用 6%（即 60g/L）溶液，225L 橡木桶需要 56（3375/60）mL 亚硫酸。使用溶液，配比容易确定，成本低，但应注意加入后混合均匀。另外，需要采用密度测量和碘滴定法以保证结果的准确。

另外，必须保持总 SO_2 含量在标准规定的范围内。我国发酵酒卫生标准 GB 2758—2005 规定：葡萄酒的总 SO_2 含量≤250mg/L，国际葡萄酿酒技术法规规定：干白和桃红葡萄酒≤200mg/L，特制甜白葡萄酒≤400mg/L。

贵腐葡萄酒、冰酒等甜型葡萄酒，由于其含糖量高，游离 SO_2 应达到35～40mg/L。

二、挥发酸

陈酿过程中，应严格控制挥发酸的含量，长期陈酿（18～24 个月）的葡萄酒，挥发酸通常会达到 0.6～0.8g/L（醋酸）。

事实上，新木桶会释放 0.1 ~ 0.2g/L 的挥发酸，加上发酵期间产生的 0.3 ~ 0.4g/L 的量，挥发酸含量会达到 0.4 ~ 0.6g/L。如果超过上限则可能有醋酸菌活动。保持适当的氧气渗入，贮藏温度低于 17℃，严格控制卫生条件，合理调整游离 SO_2 含量是防止醋酸菌繁殖的必要措施。这样，贮藏 12 个月后，挥发酸最多能增加 0.1g/L。

三、品尝

品尝可以检查酒是否存在污染，每次倒桶时（每 3 个月），都应对葡萄酒进行品尝。酒窖中存在的天然霉菌会把某些用于保护木桶（顶部结构、镶板、垫板）的氯化物（无味有机氯）或清洁剂（次氯酸盐）变成有臭味的化合物。

特别潮湿和狭小的场所会加剧上述现象的出现。此类物质可能与大气污染有关，最终导致葡萄酒污染而带有“霉”味。如果怀疑有污染，需要分析有机氯、三氯苯甲醚等。

品尝还可以跟踪葡萄酒的陈酿变化，确定装瓶日期。只要葡萄酒的颜色、醇香、结构及稳定性等变化良好，就可以将其保持在木桶内。如果陈酿时间太长，则需要注意沉淀、香气损失及葡萄酒的干化。

四、其他试验

测量 pH 是既经济又简单的方法，它可以反映 SO_2 活性可能出现的下降。测量总酸可以反映酸的变化值，揭示固定酸（酒石酸）的变化。

利用气相色谱法测量乙基酚和乙基愈创木酚可以较早地了解酒香酵母属的变化。在特殊培养基中培养（6d 或 7d）后可以观察该酵母的存在状况，该试验可以与细胞计数同时进行。

第九章　酒窖与橡木桶的维护

第一节　酒窖的设计

酒窖是放置木桶和贮藏瓶装酒的场所。在设计酒窖时，既要考虑美观，又要考虑酒窖的功能及建设成本。

酒窖不应受恶劣气候及剧烈环境变化的影响。地下酒窖要保持适当的温度和湿度。

从理论上讲，225L“运输型”木桶占地面积为 0.63m^2（长 0.91m，直径 0.60～0.69m）。实际上，每只木桶的占地面积可达 1～1.3m^2，可以把木桶堆放 1 层、2 层或 3 层。另外，至少要留 1.20m 宽的通道，如果使用叉车，需要的宽度为 3.50m。木桶存放高度超过 3 层时，则需要使用人行桥。

传统的做法是将木桶在酒窖中逐行排列，在托架上堆放 1 层或 2 层，托架的材质为原木或水泥。堆放的高度不宜过高，否则，不便操作。

也可以采用管状和组合结构的垂直存放法，这种方法适于木桶的存放和搬运，高度可达 7 层（在第 3～4 层间需要有人行桥）。木桶交错排列，存放在滚架上，便于单独处理和移动木桶。当搅拌木桶中的酒泥时，不用搬运，只需转动木桶即可，这时，需要采用气密塞孔。可以根据需要和酒窖的配置组装模块。

第二节　酒窖的内部设施

一、设施与工具

放置木桶的酒窖必须配备清洗点和专用工具。

在木桶清洗点，应配备热水（＞80℃）和冷水高压水枪（0.4～0.5MPa）。如果达不到要求，用旋转水龙头在木桶内旋转，使冲洗能够到达整个内表面。

室内应配备排水系统和干燥木桶的托架。对木桶进行 SO_2 处理时，必须保证通风良好。SO_2 吸收器能够保护操作人员在装桶时不会嗅到从处理过的木桶中散发出来的硫味。

在大多数酒窖，清洗均采用手工操作，由用户决定冲洗时间。清洗站提供标准化的清洗程序和适当的“冷水”、“热水”，自动完成“排放”、“提升”

和“降低”等各种操作，从而使劳动强度、安全性和重复使用性得到改善。

清洗站应该包括有立体旋转功能的喷头和真空架等设备，能够现场清洗木桶。其他专用工具包括手推添酒车、临时储存葡萄酒的容器（小罐）、排放管、添加罐、惰性气体罐，各种类型的泵（表9－1）。凸轮泵和蠕动泵更适用各类橡木桶，操作过程中损失少，此类泵配备有快速自动停止系统。

表9－1　　不同类型泵的比较

泵的类型	优　点	缺　点
凸轮泵或板式涡轮机（泵）	自动启动 流量相对稳定，可以组装旁通管 具有过滤所需的足够压力	空转可能损坏平板，清洗非常困难
活塞泵	自动启动 可以泵送浑浊液体，产生过压时会自动停机 普遍使用	有空隙时会产生损失，难以清洗 可以交替运动（压力和流量发生变化） 空转可能会损坏泵
螺旋泵（转子泵）	流量规律	压力低（不能用于过滤） 不能自动启动（必须依靠重力启动） 清洗困难
蠕动泵	自动启动 无损失，无氧化作用，无剪切，安全卫生	管道寿命短

二、温、湿度控制

1. 温度

要根据所酿造的葡萄酒类型及其预期变化，有计划地控制酒窖温度。恒温陈酿（例如12～14℃）会减缓葡萄酒的变化。

在陈酿的第1个冬季，将葡萄酒冷却到5～10℃有利于酒石酸盐和不稳定色素的快速沉淀。之后，温度不应超过20℃，否则，花色素会遭到破坏，单宁干化，微生物活动增加。18～19℃的温度有利于化学反应的进行，一旦超过此温度，会使某些化学反应异常，引起“煮熟”味或“氧化”味。

在整个第2年，红葡萄酒的温度变化不宜太大。此时，大部分沉淀已形成，而澄清之后，夏季过高的温度会加快不良酚类物质的变化。理想的温度范围在12～15℃，如果葡萄酒的pH高于3.8，环境温度应控制在16℃以下。

2. 湿度

对酒窖的湿度控制应该保证酒液不会过度蒸发。干燥的环境会促进蒸发，

但如果酒窖水分饱和，酒精更容易蒸发损失。

应该将酒窖的相对湿度保持在75% ~90%。夏季，空调系统难以产生足够湿的新鲜空气，可以把空调湿度调节在80% ~85%。某些配备雾化器的系统或在冷却系统中安装辅助交换器的设施可以补偿空调引起的干燥。

3. 通风

对于封闭的空间，必须保证足够的通风。

最好100%地更换环境空气：当外部温度和湿度适宜时，自动进行通风。如果完全是混凝土结构，通风量要更大。

对于陈酿2年或长期陈酿的葡萄酒，应该采用不同类型的酒窖：

第1年，在湿度为80% ~85%、温度低于18℃的酒窖陈酿能够取得令人满意的效果。

第2年夏初，将木桶转移到第2个酒窖，需要保持90%的相对湿度和12 ~16℃的温度。

三、选择建筑材料

1. 外层材料

随着葡萄酒产业的快速发展及人们对健康的追求，对葡萄酒卫生的要求更接近于食品业。内部使用的材料必须便于清洗（表面平滑、可冲洗、无接点）。污水排放系统和供电系统也必须安全，方便清洗，便于操作。

2. 屋顶结构

长期以来，木材一直被认为是与酿酒业密切相关的天然材料。许多屋顶结构均使用木材或胶合板。但从审美与卫生角度考虑，木材不容易清洗。

用木材建造酒窖或附属物时，应保证不含有机氯。供货商（或制造商）应保证其材料和外层未被污染，并应有独立的第三方实验室出具的证明。从预防角度考虑，应把陈酿酒窖与存放货架和购物箱的场地分开。

钢材是工业厂房屋顶最常用的材料，经济，易于安装，操作方便。

屋顶结构应使用镀锌材料以防环境潮湿引起腐蚀。考虑到美观，如果使用油漆，必须使用特定油漆（适用于食品环境），而且至少要涂3层。但使用油漆会出现热桥和保留区域，可以通过安装绝缘内衬板来防止。但是，这样做抗火性受到限制。

混凝土成本较高，使用不方便，但其防火和绝缘性能优于钢材。对于存放木桶的拱形地窖，很适合使用混凝土预制板结构。

对大多数陈酿酒窖，地面覆盖层由混凝土地面或石板地面组成。在此环境中，必须设计斜坡和排放系统，以便于清扫，并根据地面特性决定进行何种处理。

水泥涂层可以采用三种工艺：

（1）带硬填充料喷洒的、可擦洗的混凝土层（10～15kg/m²）；

（2）坚固的内置石板，在新混凝土上抹5～10mm厚的砂浆；

（3）嵌入6～8cm厚的坚固石板。

后两种工艺能够防止拥挤的人流。在潮湿环境中，此类地面较滑，而且不耐酸，因此，不建议使用。但它适合频繁周转的干燥货盘（运输和平板架储存区）的搬运。石板特别适合于防腐蚀。合成砂（灰）浆由3种成分组成：

一是树脂，主要是环氧树脂。也可以使用聚氨酯树脂和丙烯酸酯，当与温度高于60℃的产品接触时，聚氨酯树脂可以提高其保护作用。铺石板时要注意控制气味排放。

二是硬化剂或催化剂。

三是充填料，硅石骨料。

在任何情况下，最小厚度应达到5mm，最小摩擦系数要达到0.30（根据法国国家安全性研究所INRS＊计算）。要在地面光滑与便于清洗之间找到平衡，要遵守自磨光地面的相关规定。

树脂砂浆便宜，具较强的抗化学和机械侵蚀性，防滑，便于清洁，美观，且不和食品反应。此类石板必须在良好条件下（路面干燥，温度高于10℃）由专业公司安装。石板间的接缝要认真处理，以保证地面良好的卫生。要有计划安装带槽的踢脚板，平铺踢脚线或树脂平面。

瓷砖地面具有良好的抗磨性、抗腐蚀性和抗热性。但接缝和沟槽有时会引起污染问题，有3种施工工艺：

（1）使用水泥砂浆和填料的标准贴法，带接缝；

（2）使用水泥砂浆和抗酸剂填料的标准贴法，带抗酸剂接缝。建议采用这种方法，以避免损坏地面；

（3）树脂（环氧树脂）和环氧树脂接缝垫层，该方法抗化学侵蚀，通常没必要在酒窖中使用。

在老的酒窖中，传统地面均为泥土地面。泥土地面能保证良好的湿度，但不能进行清扫。可以在泥土上铺一层小鹅卵石，便于定期更换。铺鹅卵石可以改善卫生条件，但成本较高。

天花板的选择标准相同，首先是隔热性能。

混凝土石板主要用于地下场地或多层建筑物。可以使用裸混凝土，尤其是带有坡度的地面。由于其多孔性，不宜使用空心混凝土天花板，或最好给这些天花板加上外层。任何情况下，单独使用混凝土石板不能起到良好的绝缘效果。

传统瓦屋顶的内表面有的带石板条，有的没有，它们都不适合陈酿酒窖。需要考虑内表面有绝缘材料衬里的瓦支架。

对于防水、绝缘的工业厂房屋顶，瓦屋顶的底面由屋顶承重板组成，必须刷上珐琅质光漆。从内表面可以看到的末梢螺钉（丝）能够起到调节防水和绝缘的作用。当场地潮湿时，建议采用暗黏合漆等。在屋顶下面，可以用夹层板作天花板。

对于普通的设计流程，首先要确定各种设备的瞬间需求（流量、耗电量）以及清洗所消耗的水量。瞬间需求总量决定最大生产水平，要从中扣除增加设备的因素。然后确定生产设施的比例（变压器和锅炉房的功率，收集器直径等）。事实上，酒窖的大多数工作都具有时间性，各个系统并不同时使用，因此，没有必要配备过大的能力。例如，对于电力系统而言，系数变化范围在0.5～0.9即可。

同时，尽可能准确地确定系统的运行和工序的连续性：例如，灌装线不可能与发酵期间使用的冷却系统同时进行工作。另外，还要考虑可能增加的活动或技术进步。而且，必须执行有关系统质量的规范。

对于各种管网（热/冷水、空气和气体），建议使用：

（1）不锈钢管　增加费用大约10%，但由于其使用寿命长，维修次数少，该费用可以被抵消。

（2）绝缘冷水管网　需要增加的费用难以评估，但应确保不可避免的凝结现象不会引起任何问题（尤其是对电力系统造成影响）。

要及时检查管网支架，保证建筑物结构的完整性，管网线路最好用高架。

照明工业照明的理想选择是灯罩为聚碳酸酯（无玻璃）的防水荧光灯。开始安装时，必须考虑维修通道。

泛光灯（聚光灯）用于空间高的建筑物，其缺点是必须使用玻璃材料。在绝缘板上安装电力设施时，必须遵守安全规定，尤其要保证灯与天花板之间的距离，并且要安装控制开关，并保证酒窖中的灯及其布置方法不会提高温度。

目前，国内最早的酒窖是有着亚洲奇观之称的张裕百年地下大酒窖（见图9－1）。该酒窖始建于1894年，前后建了3次，历时11年才告完成。酒窖顶部运用石头发碹结构，墙壁用石块和水泥砌成，墙体内再以乱石填充，使窖体异常坚固；另外，酒窖虽沉入地下7m，低于海拔1m，距海边不足百米，但

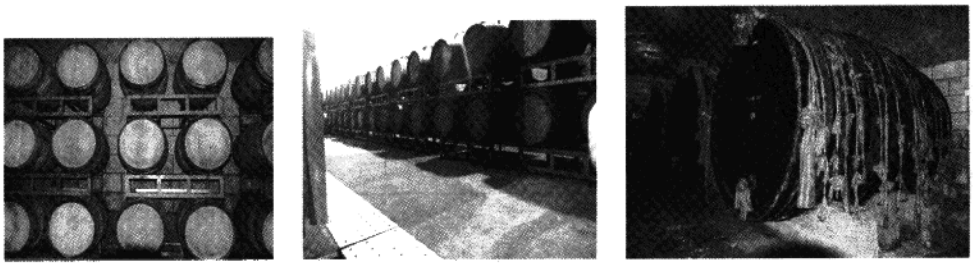


图9－1　张裕百年地下大酒窖

由于科学设计了排水系统，保证了酒窖不再渗漏，而且，四季温度保持在14～16℃。8个幽深的拱洞纵横交错，有如迷宫，如无人指点则难以找到出口，堪称建筑史上的奇迹。

张裕－卡斯特酒庄地下大酒窖见图9－2。

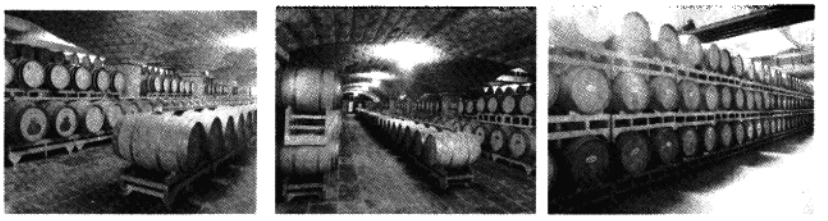


图9－2　张裕－卡斯特酒庄地下大酒窖

四、白兰地酒窖

酒窖位置的选择对白兰地陈酿非常重要。同样的原白兰地，在法国、英国和加利福尼亚等不同的酒窖，在橡木桶中储藏几年后酒的口味完全不同。干热环境赋予白兰地强烈的乙醚味，很重的氧化感，而在一个很潮湿、温度在20℃以下的酒窖，酒的口味会很淡、很弱。理想的陈酿条件是气候温和，中等湿度，没有极端的温度。

白兰地的酒窖，通常建在地下，也有建在地上的。地下酒窖，温度比较恒定，湿度比较大，而地上酒窖，温度波动较大，空气的相对湿度较低，理想的温度范围在12～18℃，空气相对湿度在70%～85%。温度变化对原白兰地有一定的影响，温度变化剧烈，原白兰地的蒸发量就大（每年6%，正常情况下为3%），酒中的一些化合物更容易挥发，从橡木中萃取的化合物数量大，浓度高。温度变幅大的酒窖贮藏的原白兰地橡木味过于突出，具更多收敛味，缺乏柔和、细腻、平衡和圆润的感官质量。相反，温度变化小的酒窖贮藏的原白兰地香气更加柔和细腻，橡木味和果香平衡较好。较高的湿度会使白兰地的口味更加柔和、雅致，有利于产品质量的提高。

酒窖理想的墙壁用石头砌成。如果采用混凝土结构，其墙必须在30cm以上，而墙顶，必须做隔离层并且防水。地面应铺一层水泥石板以阻隔地下的湿气。

对陈酿酒窖而言，并不需要保持酒窖温度和湿度完全恒定。实际上，在一个合理的范围内，温度和湿度的变化能促进白兰地的化学反应平衡，酒窖理想的温、湿度条件见表9－2。

表9－2　　酒窖理想的温、湿度条件

	冬　天	夏　天
平均温度/℃	5	25
平均相对湿度/%	90	60

最后，酒窖必须有严格规范的防火措施，必须安装救火设备，例如灭火器、抽水泵等。

第三节　酒窖的卫生控制

一、确定危险源

陈酿过程中，导致葡萄酒污染的途径主要有：

（1）板材干燥不够充分，会产生“苦味”、“木屑味”、“木板味”或“霉味”。

（2）木桶存放和维护不当会引起醋酸菌的繁殖，产生醋酸和醋酸乙酯。

（3）对酒窖与橡木处理会产生氯苯甲醚，引起葡萄酒的霉味。

酒窖设备也是一个污染源，可能会引起菌落失衡，用密封不好的容器中的酒添桶会对所添桶的酒造成污染。事实上，当条件发生变化时（基质、pH、温度和氧气量等），存在于葡萄、发酵葡萄醪和葡萄酒中的微生物会相继出现，并且不易消失。

为了避免在木桶中陈酿的酒出现问题，必须严格保证良好的卫生条件，控制温度（低于18℃），定期调整游离 SO_2 的含量。并要防止葡萄酒中乳酸菌和酒香酵母属的繁殖。SO_2 的作用在一定程度上取决于环境条件和葡萄酒的特点。通常，pH 增加 0.1，SO_2 活性降低 25%；酒度减少 1%，SO_2 活性降低 0.5%；温度降低 1℃，SO_2 活性降低 1%。

另外，一些新技术的使用也会带来一定的风险：微氧作用会促进需氧微生物的繁殖；由于酵母的自溶作用，带酒泥陈酿产生的营养物质，能够为微生物的繁殖提供物质条件。

二、基本卫生原则

《葡萄酒厂卫生规范》、《葡萄酒企业良好操作规范（GMP）》、欧洲标准693/63 对葡萄酒酿造到销售各环节相关的食品卫生都做了具体的要求。企业直接对产品卫生负责。因此，必须制定相关的劳动卫生条例，并保证实施；调动职工的积极性，对职工进行培训；实施清洁计划和控制程序，做好操作记录。

1. 鉴定污染类型

虽然污染物的特性不同，但基本的污染源是产品（葡萄、葡萄醪、葡萄酒、酒泥等）在表面上的残留物。污染点可能出现干燥、结晶、氧化现象，并成为微生物的生长点。

一般的，无定形结构的污染物是酚类、多糖等有机化合物。晶体结构污染

物是无机化合物，例如，酒石酸盐，主要是酒石酸氢钾。无机沉淀可能成为有机污染物的载体。在大多数情况下，微生物会出现或隐藏在结垢的凸出部位。

微生物的污染主要包括：

（1）酒窖中存在的念珠菌属、汉逊酵母等，此类酵母具有使残糖再发酵的可能。很难消除发酵力强的酵母（酵母菌属）或抗 SO_2 能力强的酵母（*Saccharomyces bailli*，*Saccharomyces ludwigii*）。巴杨酵母属（或德克酵母）更棘手，因为，它们会产生与汗臭味有关的特征性酚类。

（2）乳酸菌与葡萄酒的某些病害有关，当存在微量残糖时，某些菌珠（*Pediococcus damnosus*）繁殖产生乳酸病，使葡萄酒变黏，出现酸味（酒石酸转化）或苦味（甘油降解）。

（3）醋酸菌产生醋酸和醋酸乙酯。

如果清洁不彻底，墙壁、天花板和地面上总会存在曲霉属、毛霉属、木霉属和青霉属等。由于微生物的作用，会出现“霉味”、“泥土味”或“蘑菇味”等化合物。

与环境有关的其他外部成分也会成为污染源，例如，烟、灰尘、油脂。这些污染源产生于某些设备或生产过程。例如，含有纤维玻璃成分的塑料桶会释放苯乙烯及引起苦杏仁味的环氧树脂，清洁产品和消毒产品的错误使用，清洗不充分，或使用污染的水等也会带来污染。

2. 水质

通常，用于清洁和/或消毒的产品浓度为 1% ~5%。水必须是惰性的，清洁/消毒剂所需的水必须是优质水。水的质量主要用硬度表示［$CaCO_3$(mg/L)］，取决于水中所含钙、镁离子的量。

完全去除矿物质的水具有腐蚀性。溶解在水中的主要盐类是：碳酸氢钙、碳酸氢镁、硫酸钙和硫酸镁。“硬水”一般由碳酸钙组成，“镁水”中的镁盐含量最高。在酒窖中，如果使用经过加氯处理的自来水，可能会产生与木塞味有关的氯苯茴香醚。因此，应该使用淡水。

3. 表面性质

光滑的表面，可清除的成分以及适宜的材料（不锈钢、树脂等）能够增强产品的有效性。而洞穴、凹凸或粗糙的表面（粗糙的水泥面、木面）会使清洁过程更加困难，因为，污染物可以附着在任何粗糙面上。

4. 清洁产品的特点

清洁产品具有以下特点：

（1）保持或分散能力，即保持污染物悬浮的能力；

（2）能够在硬水中使用，具有碱性特征；

（3）使无机产品溶解的能力，溶剂可以是天然油或其他类型的油；

（4）湿润能力，表面活性剂的存在，可以使疏水污染物（油、脂肪）随细胞壁溶解；

（5）消毒能力，对微生物具有广谱作用。消毒通常按作用方式进行分类，但不管采用何种方式，消毒后一定要冲洗。

理想的消毒产品应该具有：广谱的效果，不腐蚀设备，润湿、乳化，具有高分散力（抗再沉淀），易于通过冲洗清除，保证用户安全。

实际上，没有一种产品能够同时具备上述特性。通常需要连续使用两种产品清洁消毒。好的消毒剂也许只对清洁表面具良好的消毒效果。选择清洁产品时，必须考虑：污染物的性质、需要清洗表面的性质（使用的清洁剂必须呈惰性）、水及其硬度、清洗技术（人工清洗、现场清洗）。使用的清洗产品必须无香、无味。污染类型与消毒剂的选择见表9－3。

表9－3　　污染类型与消毒剂选择

污染物类型	选择使用的产品
新鲜有机污染物	中度碱，含氯碱
干燥、烘烤的或炭化的有机污染物	强碱
有机着色剂	氯化碱，过氧化物
无机油脂	溶剂
无机污染物	酸
微生物污染物	消毒剂

在酒窖中，禁止使用氯化和溴化产品清洗有机材料（例如木材），以防止出现有机卤代分子，这些分子会引起“霉味”。

最好使用过氧化氢，它具有广泛的杀菌作用，是高效氧化剂。其作用不可逆转（彻底消除微生物对环境的适应性）。当环境呈酸性时，如果pH低，则过氧化氢溶液始终保持稳定状态，该物质在低浓度时会自发产生作用，但作用时间相当慢。在含有磷酸的环境中，应在温度高于60℃时使用，以便更好地释放氧气。过氧化氢不产生有毒残留物，不具腐蚀性，它分解产生水和氧气，在碱性环境中的效果最为明显。但由于其混合物不稳定，需要随用随配。另外，还有一些能阻止微生物活动的非氧化消毒剂，它们只能阻断微生物的新陈代谢作用，如季胺、双胍和双胍盐类。这些产品更稳定，对用户更安全，但会不断产生对环境的适应性。

三、清洗方法

无论采用何种清洗方法或何种类型的设备，清洗过程均是相同的。采取的步骤决定了消毒操作的效率。通常的步骤是：刮表面、润湿、清洁、润湿、消

毒、冲洗。

用洗涤剂清洗墙面和地面，如果可能，使用泡沫洗涤剂。

清除沟槽和管道的污染物。清洗墙壁时，如果水流不足以清洗干净，可以再使用清洁剂，并要进行消毒。应定期清洗，尤其是装瓶前和新的发酵季节开始时。

泵和管道是主要的污染源。断裂的塑料和橡胶管会寄生污染介质，必须进行清洗，如果可能，每次使用后进行消毒。另外，装桶时使用的龙头也会传播微生物。

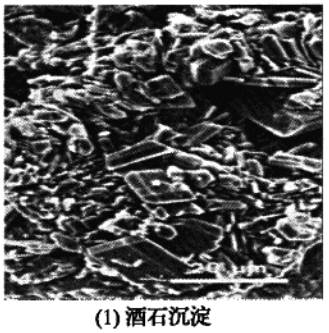
在100～200L容器上安装简单的环路（取决于管道尺寸）会起到良好的清洗效果：用苛性碱溶液清除有机污染物；进行良好的冲洗使其回复到中性；使用酸溶液清除酒石；冲洗，排放，晾干。

第四节　空桶的存放

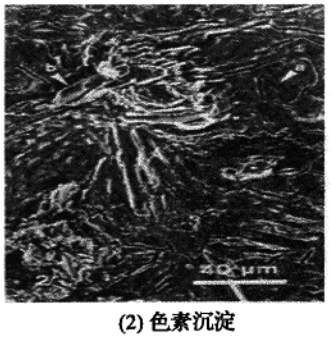
存放木桶的基本要求，一要避免木桶干燥和失去防水性能，二要防止微生物在木桶中繁殖。当这两种要求相互矛盾时，需要寻找折中办法。

一、常用方法

对于需要长期存放的木桶，对它的处理通常不要用化学品。应该考虑木桶的状况和使用寿命，视觉检查是否存在酒石（如图9－3），嗅觉检查细菌或有害酵母的存在，并根据需要调整清洗程序。



(1) 酒石沉淀



(2) 色素沉淀

图9－3　桶板上的酒石和色素沉淀

一般情况下，对正常木桶采用下列处理程序：

（1）用经过过滤的冷水或热水润洗。

（2）用10L 8%的亚硫酸浸泡。

（3）排空内部的液体，用压缩空气干燥。

（4）干燥后进行熏硫处理（5g 粉剂）以保护木桶的内表面。

（5）打开桶孔塞，使其至少干燥 5d。

（6）对湿木材进行熏硫处理效果较差，需要重复进行，以便在未来数周对木桶进行保护（最多 10 周）。

（7）木桶干燥后，封闭桶孔，存放在条件适宜的酒窖里。

对有严重缺陷的木桶，如果污染危险不能彻底消除，可以采用下列方法进行处理：

（1）酒石的清除　将酒泥排出，用水润洗，再用 2% ~3% 的柠檬酸溶液（10 ~20L 水中加 200 ~300g 柠檬酸），浸泡大约 1h，定时用力摇动木桶，使用 50℃/70℃的热水可以提高其效果；然后用清洁水冲洗；最后用 pH 试纸（或酚酞）检查是否到中性。如果酒石垢层较厚，则需要使用更多的溶液润洗（80 ~100L）。

（2）醋酸的消除　可以用碱性物质使其饱和。先添加冷水使木桶润湿，保持 24 ~48h；再换上 10L 含有 10g 可溶性钾盐的热溶液；然后排出溶液，用冷水冲洗。该溶液能使醋酸饱和，形成可溶性盐，通过反复使用冷水冲洗掉。检查 pH 是否达中性以确定冲洗是否充分。

冲洗必须完全彻底，否则，残留在木桶底部的晶体溶解后，会污染葡萄酒。酸度降低有利于酒香酵母属的发育。最后，用蒸汽对木桶进行消毒。但这种处理方法会破坏木桶内表面。

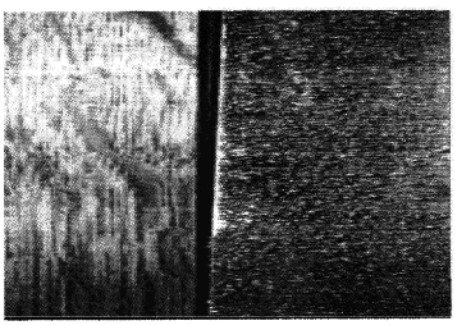
（3）杀菌消毒　酒石被清除后，应该杀死残留的微生物。在大多数情况下，使用氧化剂（过氧化物）来中和过多的酸。添加 10 ~20L 1% 或 2% 的溶液，作用 1 ~2h，定时摇动木桶。然后，再用冷水冲洗，并检查木桶是否已呈中性。排出液体，待木桶彻底干燥后，进行熏硫处理，然后密封。

也可采用微波处理，处理深度可达数毫米。

对发霉的木桶，必须进行拆卸，用 10% 苛性钠溶液和热水刷洗木桶内表面，然后用蒸汽处理，以减少微生物菌落。

红酒酒桶的处理表面见图 9 -4。

如果存在严重的醋酸腐败或强烈的霉味，则应彻底拆卸木桶。实际上，很难对木桶进行完全的灭菌。用化学试剂进行完全彻底的润洗，再用大量的水（大约 200L/桶）进行清洗。



(1) 清洗（压力加热）　(2) 浸泡（无压，冷处理）

图 9 -4　红酒酒桶的处理表面

二、更新处理

长期存放的木桶再次使用之前，应该进行自动化清洗，使其达到重新使用的标准。步骤是：清洗（碱处理）、脱垢（酸处理）和消毒处理（蒸汽），要确保冲洗水中不残留阴离子（化学品）。

将化学法、高温和高压处理结合能够提高处理效果，处理次数视污垢程度而定，每天可以处理 60～80 只木桶。

上述方法能够清除硫酸盐。由于硫酸盐会使葡萄酒硬化，在木桶中发酵会使酒产生“还原”味。

对旧橡木桶的更新可以取掉木板最初的侵填体（孔），以改善木桶与葡萄酒之间的交换。但不必除去纤维组织，和手工清洗相比，一些自动化处理工艺具有良好的再生性和重复利用率。

但是，上述处理只进行了清洗，木桶仍然会释放出部分有用的化合物。虽然能够减少某些污染物（酵母和细菌），但不能根除，而且也不能清除氯苯茴香醚污染。

当葡萄酒装桶较早时（在酒精发酵或苹果酸－乳酸发酵之前），可以在长期储存或在第 1 次或第 2 次分离之前使用该处理方法。它尤其适用于盛过 2～3 次酒的木桶（30～36 个月）。该处理工艺能确保除去酒石，可以用视觉检查木桶是否需要处理。

三、木桶的存放方式与监测

清洗和熏硫后，旧桶和空桶必须用塞密封，存放在通风条件良好的地方，但如果通风太强会使木桶干燥。温度应稳定，凉爽，以避免木桶膨胀。另外，木桶必须放在垫板上，不能与地面接触。

湿度太大会引起霉菌和细菌繁殖，而环境太干燥则会导致木板脱水，使木板开裂，外部空气进入会使内部环境改变，降低 SO_2 含量。理想的湿度是 85%，绝不能超过 90%。

清洗之后，进行熏硫处理（5g 硫）。在最初几个月，每周进行熏硫处理可以保证木桶适当干燥，此后维持每月 5g 用量。如果考虑湿度条件和储存温度，熏硫处理间隔时间最长为 3 个月。此时，使用 10g 硫进行处理更为安全。

定期跟踪检查存放情况，确保不出现腐败或干燥现象（视觉和嗅觉检查）。

理想的存放方式是保持木桶充满葡萄酒，并加强酒窖和陈酿过程的管理，及时对葡萄酒进行分离、倒桶。

第五节　木桶陈酿葡萄酒的成本估算

木桶陈酿葡萄酒的成本包括酒窖建筑物的费用、购买木桶的费用、蒸发损失的葡萄酒费用和人工费用。另外，还有财务费用（陈酿期间的固定费用、财务费用和贷款费用）和酿造费用（澄清费、硫处理费、试验费和工具费等）。下面以法国酒庄为例，测算木桶陈酿葡萄酒的成本。

一、建筑物费用

如果折旧期为20～25年，建筑费为450～800欧元/m^2。

建设成本（欧元/瓶）＝（建筑价格/折旧期）×表面/桶×1/300瓶。

运行成本通常是固定成本的50%。

二、陈酿费用

这里仅列出主要的项目：

（1）木桶价格　新木桶单价在300～600欧元。根据供需情况，其价值在3年期间每年损失掉现值的50%。

木桶价格（欧元/瓶）＝（购买价格－残值）×1/（陈酿时间×300瓶）

表9－4　　不同类型新木桶的指导价格（2008，烟台到岸价）

225L波尔多木桶或228L勃艮第木桶（板材22或27mm）	指导价格/欧元
新木桶（法国橡木）	550～600
新木桶（欧洲橡木）	450～500
新木桶（美洲橡木）	300～350
350L木桶（白兰地）	550～650
5000L木桶（白兰地）	9500～10000

（2）葡萄酒成本　将下列环节葡萄酒的损失计算入成本：

装桶时（旧桶吸收5L葡萄酒）损失4～5L。

每年蒸发损失2%～4%。

倒桶时每桶损失1L。

葡萄酒法定最大损失率为6%/年，实际过程中损失0～7%。如果陈酿4～18个月，倒桶时，每桶损失率将达2～30L。

当然，绝热、通风和湿度控制会影响损失率。木桶容量也起到一定的作用：大木桶会减少葡萄酒的直接损失。

冷凉、湿度适宜的酒窖，蒸发损失为1%～2%。

标准酒窖损失4% ~5%。

设计不合理、太热、太干并且可能受气流影响的酒窖：损失为9%。

每瓶葡萄酒的成本价格：葡萄酒损失费用/瓶 = 损失量 × 葡萄酒价格 × 1/300瓶（1只225L的木桶盛300瓶葡萄酒）。

（3）劳动力成本　由于木桶数量、外观质量的重要性、职工技能、陈酿类型和使用设备（机械化）之间存在差异，成本变化很大。例如，添桶、倒桶、清洗可以使用特定管道在现场完成，减少时间。

例如，以小时为单位按100只木桶计算劳动力成本如下：

安装：8 ~24h，最长时间段是4 ~32h；

添桶：4 ~8h，最长时间段是2 ~12h；

分离：8 ~48h；

倒桶和清洗木桶：8 ~16h。

则每瓶的劳动力成本为：小时数/100 × 小时成本/300瓶。木桶陈酿葡萄酒的总成本等于上述费用的和。如果只在木桶中陈酿部分葡萄酒，则需要用该价格乘以在木桶中陈酿的葡萄酒在最终混合酒中的比例。

综上所述，不同项目的比重：

木桶：30% ~80%；

建筑物：5% ~35%；

酒的损失：5% ~25%；

劳动力：3% ~20%。

第十章　橡木制品与微氧技术应用

第一节　橡木制品的作用

橡木制品作为橡木桶的替代品，是以橡木为原料，制成粉状、片状、块状、木板等。它们既可以是制作木桶的下脚料，也可以直接利用橡木制成。

从酒精发酵过程或在瓶装前使用的使葡萄酒快速橡木化的粉末，倒罐时使用的橡木片，到陈酿期间使用的橡木板等，尽管形式不同，各有特点，但都会赋予葡萄酒一定的橡木风味。另外，橡木的使用时期不同，产生的效果也不同。

在欧洲，对橡木替代物的使用有严格的规定。国际葡萄与葡萄酒组织（OIV）标准规定：不允许在原产地控制命名的葡萄酒中使用橡木制品。在法国，只限于在地区葡萄酒（VDP）中使用。《中国葡萄酿酒技术法规》允许在葡萄酒中使用橡木制品。橡木制品的生产要遵守严格的规范，尤其是涉及有机氯（三氯苯甲醚）和苯并芘的含量。过去，木桶厂加工的橡木制品还是副产品，现在成了葡萄酒酿造所需的优质辅料。在美国、澳大利亚等新世界葡萄酒国家，普遍采用橡木制品来陈化葡萄酒，而且已有许多专门生产橡木制品的企业。在我国，也有一些专门生产橡木制品的企业，例，青岛鲁丰。

橡木制品对葡萄酒的作用主要表现在以下几方面。

一、改变颜色

添加橡木制品可以增加葡萄酒的颜色，满足陈酿型红葡萄酒的质量要求。添加时间越早，效果越明显。由于单宁能与花色素及辅色素发生反应，所以，能够增强褐色调。如果在发酵前添加橡木制品，则效果明显；如果使用单宁含量较丰富的未经加热的木板，则效果更明显。在任何情况下，颜色增强，但不一定稳定，因为酒精生成时，辅色素消失。稳定颜色的基本条件是微氧化作用。

二、改善酒的结构和甜度

使用橡木制品能改善酒的口感，原因是其改变了酒的结构和甜度。不含单宁的橡木制品可以产生更强的甜度，使用未经烘烤的橡木也会带来甜度。发酵会限制橡木制品对葡萄酒结构的影响，发酵后使用含有单宁的橡木制品会增强

葡萄酒的结构。

另外，经过重度烘烤处理后的橡木，产生的某些挥发性化合物也会影响酒的结构。例如，4－甲基－2，6－二氨基苯酚，可能与涩味有关。对于这样的橡木，可以使其不良化合物挥发，或通过发酵及酒泥的吸收，部分消除这一缺陷。

三、调节芳香和复杂性

使用橡木陈酿的葡萄酒，香料味、香兰素味和烧烤味构成了葡萄酒的芳香。这些物质直接来自橡木制品，或橡木加热过程中化合物的降解。

具挥发性的橡木化合物种类多，含量低。丁香酚具有香料特点，β－紫罗酮具有植物特点，内酯具有牛奶和水果味。它们在未经加热的橡木中的浓度比经过加热的橡木中的浓度低。因此，一定要注意橡木质量，干燥不当的橡木具有树干、灰尘和新鲜树木的特点。

加热过程中木质素被破坏，转变成挥发酚和芳香醛（愈创木酚、香草醛、丁香醛），半纤维素释放呋喃化合物，即糠醛和具有杏仁和烤杏仁味的5－甲基糠醛。通常，每一种芳香化合物都在加热过程的特定时间出现。如果加热均匀，可以获得具有优良质量的橡木制品，并获得优雅的香气。另一方面，如果采用不同的烘烤温度，则会得到具有复杂特点的橡木制品，类似于木桶的烘烤。

酒精发酵和苹果酸－乳酸发酵能改变木桶的芳香性能。除了微生物吸收挥发性化合物、降低芳香强度外，也会改变某些分子的结构，例如，香草醛转变成几乎无味的香草醇，而糠醛可以产生带有咖啡味和感官阈值极低的巯基糠醛。将富含糠醛的橡木板或橡木片用在苹果酸－乳酸发酵的酒中，常常会出现巯基糠醛。

橡木味越浓，其复杂程度越高，反之亦然。要控制复杂性和强度之间的平衡，通常是先用大剂量和不同烘烤程度的橡木组合获得复杂性，再用少量橡木片精确调节芳香水平。

四、对水果/植物味的影响

橡木可以改善某些葡萄酒的植物特性。一方面，可以增强水果味，例如，威士忌内酯（3－methyl－1，4－octalactone）可以带来柑橘味，甚至高浓度的椰子味，中等浓度时，水果味似乎更强，而在发酵结束时效果更明显，因为芳香损失很少。威士忌内酯主要来自未经加热的橡木，它产生“橡木味”。对于白葡萄酒而言，威士忌内酯可以提高葡萄酒的芳香特性。此时，应选择内酯含量低和植物特性明显的橡木。另一方面，烤/烘芳香可以掩盖植物特性，因此，

经过加热的木板能够产生较好的掩蔽效应。

第二节 橡木制品的选择

近年来，人们已经开始重视采用橡木制品获得葡萄酒所需要的橡木特点，以解决技术与成本的矛盾。有用橡木板、橡木块（2cm×2cm）、橡木片浸渍葡萄酒，也有用粉状或溶液形式的橡木提取物加入到酒中。

虽然，橡木制品能赋予葡萄酒一定的香味，但和木桶陈酿相比，葡萄酒的质量还存在一定的差距，主要表现在香气的细腻程度、酒的融合性、持续时间等方面。如果处理过强，橡木的缺陷会更明显。

在红葡萄酒中，使用橡木制品能够使葡萄酒获得较高比例的顺式 β - 甲基 - γ - 内酯和香草醛，而这些物质能够增加葡萄酒的香兰素和可可特点，尤其是当葡萄酒在美国橡木桶中陈酿时会更加明显。

烘烤橡木片除了能提供丁香酚和异丁香酚外，缺乏几乎所有的挥发性化合物。其他的橡木制品，例如，烘烤的橡木块、橡木粒和橡木片会释放糠醛、甲基糠醛和羟甲基糠醛到葡萄酒中。来源于未烘烤的欧洲橡木中的其他化合物是辛醛，具有柑橘味，己醛和反式 -2 - 辛醛，带有不愉快的纸味和“树干味”，它们的存在会产生负作用，鞣酸单宁的浸出量取决于橡木类型。当鞣酸单宁含量过高时，可能伴随苦的香豆素糖苷的产生。

但是，添加橡木制品的感官效果不同于传统橡木桶陈酿的效果。特别是，它产生强烈的橡木特征，当橡木碎片被烘烤时缺乏优雅度和复杂性，具灼烧的口味。而且由于较大的接触面积，浸渍快速而强烈。

要获得预期的效果，必须选择适宜的橡木制品类型，采用合理的浸渍时间。

发酵前装罐时，可以添加对芳香和颜色有明显效果的橡木粉末或碎片。但其作用效果明显不如压榨后添加粉末，由于发酵过程中产生 CO_2 使大多数芳香化合物挥发。

倒罐时，添加橡木可以使葡萄酒获得香气与结构之间的最佳协调。每月使用 2 ~ 15g/L 的橡木片结合微氧处理，可以改善酒的协调性。

陈酿期间，为了避免葡萄酒过分硬化，可以添加较低剂量的橡木制品。使用橡木板可以带来持续的橡木特点，但存在硬化的风险。橡木桶板与橡木桶一样，使用的技术标准相同，不像使用橡木片那样灵活。

在瓶装前的几周内添加橡木粉末或橡木片，可以迅速产生橡木特点，但容易引起酒的不稳定。由于鞣酸单宁会在葡萄酒中水解，释放出不溶解的鞣酸。因此，应使葡萄酒有一定的稳定期，以确保酒装瓶时已经稳定。

理想的方式是整合各种橡木添加物的使用，既可以利用其不同的效果，也可以优化质量和生产成本。早添加未经加热的橡木有利于口感和果味强度（2～3g/L），同时结合使用经过加热的橡木（中度烘烤）有利于芳香的复杂性和口感（5～10g/L）；使用经过较高温度加热的橡木有利于调节芳香（0.5～2g/L）；陈酿期间可以根据需要进行补充校正（0～2g/L）。

比较不同方式的成本：在木桶中陈酿1年（1/3新木桶，1/3 1年龄木桶和1/3 2年龄木桶）的效果相当于使用10～15g/L橡木片，橡木片的成本大约是0.55元/L，橡木板的成本是1.5元/L，而橡木桶的成本是5.5元/L。应用橡木制品时，酿酒师可以根据需要调整剂量、加热方式和使用时间。

添加橡木的形式（粉末、木片、木板、木桶）不同，浸渍过程中橡木的表现也不同。橡木制品体积越小，提取越快、越强烈。但其容易产生不受欢迎的“木味”特性，而且更不稳定。

与木桶相比，使用橡木片处理在最初的几周内提取更强烈，橡木特性容易占主导地位。对于快速上市的葡萄酒，木桶陈酿酒不容易迅速获得良好的口感。在这种情况下，使用橡木片则可以更好地控制橡木添加量，使用灵活、方便，降低生产成本。

因此，对于中等质量的葡萄酒，橡木制品是木桶理想的替代物。

第三节　常用的橡木制品

与橡木桶一样，橡木制品同样需要高质量的烘干橡木，但后者允许有一定的物理缺陷，例如，短的纹理、结疤、虫洞和不适于木桶使用的纹理；也可以采用木桶制造过程的下脚料，橡木产地可以是法国、美国、中国等。

（1）橡木粉（oak powders）　将橡木风干、烘烤，并经屑化/粉粒化等技术加工而成［见图10－1（1）］。能够平衡和减少植物风味，短时间赋予酒以



(1)　(2)　(3)

图10－1　不同类型的橡木片和橡木粉

橡木香气，使用方便、灵活，成本低廉。可在发酵时和发酵后加入，用量3～8g/L。具体用量需要酿酒师根据酒的类型、质量特点和消费者的喜好确定。使用时，将橡木粉直接加入需要处理的酒中，每天循环或用惰性气体搅动酒，时间7～30d，根据品尝结果确定分离时间，达到要求后，将橡木粉分离，过滤。

（2）橡木片（oak chips） 选用树的不同部位，自然风干18月，烘烤程度可以采用轻度、中度及中度偏上，常用规格15mm×3mm［见图10－1（2）、（3）］。使用过程中，经过3～6周的浸渍，橡木片的香味会逐渐渗透到葡萄酒中，可在白葡萄酒的发酵或贮藏过程及红葡萄酒的陈酿过程中使用。能够赋予葡萄酒香草、椰子、扁桃、橡木香和烘烤香气。

根据对葡萄酒橡木浓度的要求，橡木片的用量通常为2～6g/L。

如果需要葡萄酒有明显的橡木特点但不会掩盖酒的香气，推荐用量：3～4g/L。

如果希望短期获得强烈的橡木味，需要用大剂量，或为获得精巧的特点进行长时间的浸渍。

对红葡萄酒而言，在苹果酸－乳酸发酵过程或贮藏过程中添加，浸渍时间通常为2周至12个月，每2～4周品尝1次。

（3）橡木块（oak cubes） 选用树的不同部位，自然风干18月，常用规格12mm×12mm，烘烤程度可以采用轻度、中度及中度偏上。如果想获得轻微橡木香或香草香，可以采用轻度烘烤，如果希望获得烘烤香味和香草香味，应该采用中度和重度烘烤。和橡木片相比，橡木块不会在桶底散开，而且没有木屑及树液的味道；与木板相比，橡木块的技术要求较少，它既适于红葡萄酒，也适合于白葡萄酒（对白葡萄酒来说，使用后要比橡木板浓）。一般用量10g/L，根据烘烤程度不同，如果成熟后期使用，用量可达20g/L，如果在苹果酸－乳酸发酵过程中或白葡萄酒的贮藏过程中添加，成熟时间3d至6周。

（4）橡木板（oak staves） 选用树的不同部位，自然风干18月，常用规格7mm×470/650/950/1100mm，也可以根据需要确定。烘烤程度可以采用轻度、中度及中度偏上。木材被锯过后经过自然风干，由于橡木板的风味会逐渐渗透到葡萄酒中而产生良好平衡的香气：香草、椰子、扁桃、橡木香及由烘烤程度和浸泡时间带来的香气，适用于葡萄酒和烈性酒。使用剂量：15L——1根长470mm的橡木板；21L——1根长650mm的橡木板；30L——1根长950mm的橡木板，32L——1根长1000mm的橡木板。上述用量相当于每升葡萄酒用0.00324787～0.00344193m^2的橡木板。

对于旧橡木桶（225L标准桶），可以采用700mm×60mm×12mm的容器嵌板，用不锈钢将嵌板固定在桶顶和桶底上。1个木桶需要使用表面积0.10224m^2的更新板，即每桶14块板或大桶17块板（相当于桶内表面积的

70%）；成熟时间为 12～18 个月，在发酵后的贮藏过程中添加，根据品尝结果确定浸渍时间。

（5）橡木链（oak sticks） 选用橡木经自然风干 18 月，可以采用轻度、中度及中度偏上的烘烤。规格为：每套 14 根（1 根 = 330mm × 18mm × 25mm）或 15 根（350mm × 25mm × 25mm），橡木链用尼龙绳固定在一起。通过箍孔将木链嵌入，随机地聚集在木桶内，将尼龙绳固定在桶外的箍上，或者选择不锈钢丝旋进桶箍，以便于木链放入橡木桶。由于烘烤程度不同，橡木链会产生香草、椰子、扁桃、橡木香，适用于葡萄酒和烈性酒。通常 225L 木桶需要使用 1～2 套（相当于木桶内表面积的 30%），处理时间 12～18 个月，近似于木桶贮酒的时间。

第四节 酿酒用单宁

单宁是一类特殊的酚类化合物，是由一些非常活跃的基本分子通过缩合和聚合作用形成。单宁根据其化学结构的不同分为水解单宁和缩合单宁。葡萄酒中的单宁来源于葡萄果实和贮藏用的橡木桶。

在葡萄浆果中，构成单宁的聚合多酚为儿茶素（只有 1 个羟基）和原花色素（有两个羟基）。葡萄中的单宁，是儿茶素的多聚体。葡萄种子中的单宁，是儿茶素、表儿茶素、棓酸表儿茶素通过 C_4—C_6或 C_4—C_8键连接而成的。而果皮和果梗中的单宁，还含有表棓儿茶素和原飞燕草素。葡萄果皮、种子和果梗中的单宁的聚合度分别为 30、10、9。

单宁是由聚合度不同的黄烷三醇聚合而成的，以游离态和结合态两种形式存在，其相对分子质量在 500～3000。葡萄浆果中的单宁为缩合单宁（聚合单宁），或称作棓儿茶单宁或焦儿茶单宁，这类单宁相对分子质量较大，具有较稳定的结构，呈黄橙色，收敛性（涩感）小于水解单宁。来自橡木的单宁为水解单宁，在单宁水解酶或酸、碱的催化作用下，容易水解成构成其分子的单体，这类单宁呈淡黄色，其收敛性强，比缩合单宁涩。

单宁的作用主要表现在：抗氧化、抗菌、改善葡萄酒的酒体结构、增加圆润感、增强香气，有利于澄清和下胶，与硫化物结合、降低葡萄酒的还原味等。特别是对腐烂的葡萄，在发酵和陈酿时使用，具有抗氧化和稳定色素的作用。

酿造用的单宁主要来源于葡萄果实或植物材料（橡木、五倍子等）。其中，葡萄单宁、美洲坚木单宁属于聚合单宁，五倍子单宁、鞣酸单宁等属于水解单宁。

五倍子单宁来源于五倍子果实，系五倍子酸与葡萄糖的聚合物，有不同的

聚合度。

塔拉果单宁结构与五倍子单宁十分接近，含更多的奎宁酸，结构十分稳定、复杂。

鞣酸单宁来自橡木中心部位或栗子果实，分子结构十分接近，但由于采用的原材料、工艺不同，用途也不尽相同。栗子单宁（TXE）用于下胶或护色（抗氧化作用），橡木单宁（VTO）用于改善葡萄酒的结构和均衡感，橡木单宁混合物（SUB）能够协调或增加葡萄酒复杂的香气，优酿丹（ONT）用于协调、改善葡萄酒的口感和圆润度。

葡萄单宁包括葡萄皮单宁和葡萄籽单宁，但后者的收敛性更强。

美洲坚木单宁（quebracho tannins）是另一种原花色素类单宁，结构接近葡萄单宁，完全没有收敛感。用以护色（形成稳定的络合物）、抗氧化和均衡酒体（可溶）。

市场上常见的商品化单宁有：葡萄皮单宁（TRS）、橡木单宁（ONT）、坚木单宁（VVR）、塔拉果（Tara）单宁（VIB）、五倍子仁单宁（TGA）、栗子单宁（TXE）、橡木单宁混合物（SUB）、坚木单宁混合物（VAS）、葡萄皮单宁混合物（PTV）。其中，上海杰兔工贸有限公司提供的各类单宁效果好，在国内市场被广泛使用。

当葡萄成熟度不够或葡萄品种不能提供足够的酒体结构时，在发酵开始阶段加入单宁，有利于单宁和花青素形成稳定的化合物，促进色素的稳定；并能降低葡萄汁的氧化风险，防止还原味的形成；有利于白葡萄酒中黄酮醇的形成，降低葡萄汁中植物蛋白的含量，使单宁和果胶酶之间的协同作用更加有效。

红葡萄酒发酵时，使用混合型单宁（VAS）100～200mg/L 或坚木单宁（VVR）150～200mg/L 或葡萄皮单宁（TRS）150～200mg/L。应当在第一次循环或在加入果胶酶至少 3h 后，向葡萄醪中加入相应的单宁，也可以在酒精发酵结束后或苹果酸－乳酸发酵时向酒中加入酿酒单宁，以获得更好的效果。

在白葡萄酒酿造时，使用单宁（VIB）100～150mg/L 可以限制“还原味”的产生，改善葡萄酒的平衡感，特别是对霞多丽，可以增加葡萄酒的浓郁度和圆润的口感。

在桃红葡萄酒酿造时，使用 TRS 或 VVR50mg/L，能够增加葡萄酒抗氧化能力，保持酒的新鲜感，增加圆润感。

红葡萄酒在陈酿时，使用酿造单宁可以均衡酒体，避免酒体“干燥”或“变瘦”，提高葡萄酒的色素稳定性，增强微生物和胶体的稳定性。在苹果酸－乳酸发酵结束添加适量的酿造单宁，有利于葡萄酒的澄清；在陈酿初期加入，能够促进酒的成熟。

第五节　微氧酿造技术

氧在葡萄酒酿造过程中起着重要的作用。当某些白葡萄酒或贵腐葡萄酒在木桶中发酵时，酵母生长阶段的氧化作用能够提高其在恶劣环境（高酒度、高糖度）中的存活机会。酿造红葡萄酒时，新木桶中溶解氧的含量保持在0.3～0.5mg/L，将有利于控制氧化，使葡萄酒更柔和，色泽更稳定，出现三类香气，并使橡木香气融于酒香中。氧化还原反应使植物香气减弱，产生一些重要的芳香物质。因此，通过控制适当的氧气，可以补偿由于木桶桶龄变化造成的渗透性损失。在葡萄酒酿造过程中，分离操作可以给葡萄酒中带来0.6～1.8mg/L的氧气。如果酒泥数量适宜且质量优良，可以减少分离次数，使用“微起泡处理”来补充氧。

为了控制对罐内葡萄酒的通气，使酿酒师在葡萄酒酿造的各个阶段精确控制氧和氧的释放水平。Patrick Ducournau于1990年创立了葡萄酒的微氧酿造技术（micro－oxygenation，MO），1991年在法国南部的Madiran开始用于葡萄酒试验。到21世纪初，在全世界的数十个国家，已经使用的微氧设备达上万套，尤以波尔多为多。这一技术带来了葡萄酒酿造，尤其是葡萄酒陈酿技术革命性的变化，使葡萄酒的质量控制更具有可预测性和可控性。

微氧酿造的作用在于改善葡萄酒的结构和香气：增强香气的浓郁度，提高复杂性；降低生青味；使单宁软化，酒体增强，口感更加圆润、丰富；能够促进色素的早期聚合，增强颜色稳定性；同时，还可以克服产生硫化物的趋向，减少由此产生的还原味。

传统红葡萄酒的陈酿需要橡木桶，而微氧技术的应用可以突破这一限制，在一定程度上使大的惰性贮藏容器具有选择渗透性，且不受材质及容积限制，从而改变传统的葡萄酒贮存方式，使葡萄酒的贮藏容器更具选择多样性。另一方面，在一些地区，使用橡木桶会受到经济条件的限制，而微氧技术可提供更有效、成本更低的橡木桶替代品。当然，微氧技术并不排斥橡木桶陈酿。

木桶中的葡萄酒被动而连续地与氧气接触，贮藏在酒罐中的葡萄酒只是在倒罐或处理时与氧气接触。微氧技术可以为葡萄酒定量供给所需的氧，改变葡萄酒贮藏过程中与氧的接触和作用方式，更有利于单宁的聚合，使葡萄酒的口味更加柔和，颜色更加稳定。

压榨前将微氧技术用于新酒，作为一种比循环倒罐更温和的技术，可以降低SO_2的使用量。

第六节 影响微氧作用的因素

一、葡萄酒质量的形成

葡萄酒酿造过程中，经历着一系列质量变化：包括酒体构建和香气与口味的协调融合。

（1）酒体构建阶段 主要取决于酒最初的结构，充氧开始的时间、温度、游离 SO_2 和通风情况。在处理初期，酒中单宁和酚类化合物越多，构建阶段时间越长，对酒的结构影响越大。

一些减少酚类物质的工艺将直接降低微氧对酒结构的影响。如早期澄清处理，特别是用蛋白制品和 PVPP 处理，腐烂葡萄中漆酶的活动，轻型葡萄酒等。而某些加强结构的措施会提高氧的影响，如使用单宁和橡木片，混入压榨酒等。

微氧处理越早，越容易对酒质量产生影响。如果微氧处理在酒精发酵后马上进行，那么酒体的构建阶段会更长、更强烈。

（2）协调融合阶段（成熟） 是指酒从陈酿到装瓶间的时期。这一时期，酒的质量发生变化，而且不可逆。这一阶段葡萄酒获得所需要的香气和感官质量，还原味消失，香气复杂性增强，生青味和其他不良风味消除，稳定性提高。这些目标与酒在木桶中的陈酿目标一致。

这一阶段的长短与质量构建阶段密切相关。构建阶段越长，协调融合阶段越长。通常，协调融合阶段所需时间是质量构建阶段时间的两倍。而强充氧可以加速这一进程。

这一阶段葡萄酒对外界很敏感，而且反应多不可逆。其风险是单宁干化，或清新活力的丧失，出现氧化味和过熟。如果酒体瘦弱寡淡，则风险更大。

这一阶段充氧量一般不超过每月 1mL/L。与质量构建阶段不同，充氧量的变化对质量影响更大。例如，充氧量为每月 0.5mL/L 和 1.0mL/L 会产生质量完全不同的酒。因为这一阶段的充氧量很低，几乎不存在溶解氧的过剩，所以温度的影响有限。但是，高温会导致这一过程的进程加快，并加大氧化风险。

通过品尝确定理想的充氧量，其标准是产生复杂和谐的香气，而不会使酒的口味干化。一旦感觉单宁有变干的趋势，应该降低或停止微氧处理。否则，葡萄酒结构感变弱、变淡，并出现不可逆转的氧化味。

由于粗糙单宁和干化单宁非常相似，区分比较困难。如果单宁粗糙，意味着葡萄酒需要氧来柔化，需要继续协调融合阶段。如果单宁干化则意味着需要限制微氧处理。

单宁干化伴随着酒体的减弱和丰富浓烈感的降低，单宁的变化遵循下列模式：

在质量构建阶段，充氧量越多单宁变得越粗糙强烈。

在协调融合阶段，单宁变得柔和，但是如果充氧量太高，单宁会干化。

检测这种差异的一种办法是把酒样装入瓶中。如果酒在瓶中变得强劲，应继续进行协调融合阶段。如果酒在装瓶后 2 周到 1 个月是稳定的，说明这一阶段处理已足够。

协调融合阶段可以通过强烈的充氧来加速，例如一次转罐可带来的 1ml/L 的氧。这种操作会导致酒的快速变化，在需要快速成熟时可以采用这种措施。

另外，在葡萄酒酿造过程中由于葡萄园用硫，前处理工艺不当，带酒脚贮藏等使酒出现还原味。此时，需要考虑微氧处理。

当缺乏足够的氧时，红葡萄酒会有产生还原味的趋势。在质量构建阶段，微氧处理会提高酒的还原能力，减少还原味的出现。在协调融合阶段，如果酒完全成熟，还原能力会全部丧失。

如果酒装瓶太快或在罐中未通风，只要还原能力很高，就会出现还原味。

一旦质量构建阶段结束，每月 1 ~ 2.5mL/L 微氧处理 1 ~ 2 周能有效清除硫化物。

二、影响因素

微氧处理主要针对浓重的、需要平衡稳定的葡萄酒，而不是需要治疗校正的葡萄酒。处理目的是使葡萄酒得以缓慢地成熟以达到结构平衡，酒体圆润优雅。要达到上述效果，需要对葡萄酒酿造过程进行系统的控制：

（1）控制葡萄产量。

（2）进行较长时间的选择性浸提，以最大限度地获取葡萄的潜在质量，并且要避免植物味。

（3）长时间成熟而不急于装瓶。

（4）使用可控温的酒窖。

（5）装瓶之前无澄清处理。

（6）瓶内陈酿。

1. 温度

葡萄酒的温度对氧的吸收量有很大的影响，一定温度下所能添加氧的最大值如图所示（图 10 -2）。在 11℃时，氧的吸收量几乎为 13℃时氧吸收量的一半，葡萄酒需要 8 ~ 10d 的时间来吸收氧（Ducournau - Laplace，1998）。过多的溶氧会产生较多的乙醛，溶氧太少又会出现还原味，所以添加氧要十分谨

慎，并定期对酒进行品尝。

温度是进行微氧处理时需要考虑的基本参数。理想的温度是15℃左右并保持稳定。酒温越低溶氧能力越高，但氧的消耗越慢。

在温度较低的情况下应进行较少的充氧。如果氧在葡萄酒中以溶解态富积，常常会出现一些与充氧有关的其他问题。

如果温度太高，充氧处理则没有效果。除了苹果酸－乳酸发酵期间，不应在大于18℃的温度下添加氧。如果充氧量低于酒能消耗的量，充入的氧越多，结果变化越剧烈。如果充氧量远大于酒能消耗的量，则存在溶解氧的富集，而且由于单宁的干化而使酒过早老化。此时，需要检查 SO_2 水平。对溶解氧的测量可以决定这一过程是否正常。不断品尝并客观评价单宁，有助于跟踪酒的变化，帮助确定正确的添加进度。

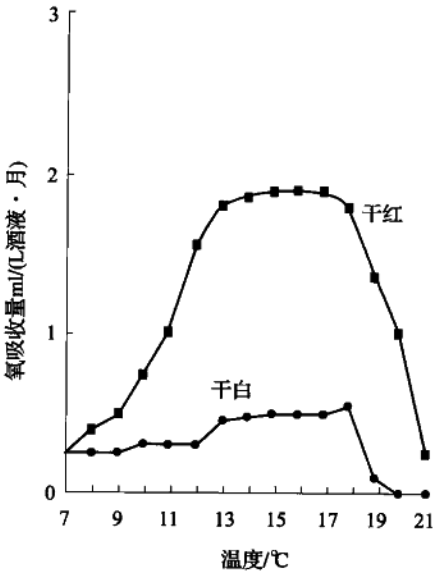


图10－2　氧的吸收与温度的关系

如果在苹果酸－乳酸发酵结束时开始充氧，对瘦弱寡淡的酒，开始充氧量应为每月10mL/L，对于酒体浓重的酒应为每月60mL/L或更大。

温度在葡萄酒质量构建中具有双重作用。一方面，温度直接影响质量构建的速度，另一方面，温度越低，氧的溶解度越高。因此，需要将两者综合考虑，在温度较低情况下，对酒的充氧处理是危险的。如果温度降低，应该停止或降低充氧量以避免氧的过剩。

2. CO_2

酒中 CO_2 的存在会影响葡萄酒的澄清。一般在充氧处理前先去除 CO_2，否则，在陈酿阶段强烈地去 CO_2 会对香气带来不良影响。

3. SO_2

微氧处理一般不会影响 SO_2，如果有过剩的溶解氧存在，会很快沉淀析出硫酸盐，游离 SO_2 也会随之降低。温度升高会增加 SO_2 的消耗量。因此，要定期检查游离 SO_2 含量。SO_2 与双氧水的反应、乙醛和花青素的存在会限制单宁和花青素氧化和聚合反应。高含量的 SO_2 限制充氧处理的效果。因此，在苹果酸－乳酸发酵前进行微充氧处理效果最明显，因为，此时 SO_2 含量比较低。

4. 葡萄酒类型

微氧技术最初用于单宁含量高的葡萄品种，例如赤霞珠品种，也用于单宁含量高而花色素含量相对较低的葡萄酒，如桑乔维赛（Sangiovese）。然后，通过木桶陈酿产生丰满、醇厚，并且相对柔和的红葡萄酒。微氧技术特别适于短－中期消费的红葡萄酒，尤其适用于单宁含量高或还原电位高的品种。应用时要注意葡萄酒中单宁/花色苷的比例，以4/1较为理想。

对于酒体完整的葡萄酒，处理剂量应该在每月2～6mg/L，对于果味、有结构感的葡萄酒，剂量在每月1.5～5mg/L，对于轻型红葡萄酒，剂量应该低于每月2.5mg/L，对于白葡萄酒，处理剂量小于每月1mg/L。

5. 其他

pH对氧化反应有明显影响。pH越高，酚盐含量相对酚类含量越高，会导致强烈的酚类变成半醌基的反应。另外，pH太高，还会影响酒香酵母（*Brettanomyces*）的活动。

在微氧处理过程中，应该做好详细的记录：处理时期、温度、转罐等。应该保存一部分未经微氧处理的酒样作对照，以评价处理效果。

第七节　微氧处理时期

氧化作用主要取决于某一时期可利用的溶解氧量。例如，短时间充氧（1mL/L）与同样的氧量在1个月加入效果是不同的。此外，葡萄酒的成熟会在有氧或无氧条件下进行。成熟过程中会发生聚合和沉淀反应，并会影响酒的氧化反应。如在11月份给酒充氧1mL/L与在6月份进行同样的处理产生的效果是不同的。

一、酒精发酵期

通常，红葡萄酒酿造通过循环倒罐使酒醪通气以刺激酵母菌生长，同时形成单宁－花色素复合物。微氧技术可用于主发酵阶段的早期，以生成大量的酵母菌群，避免产生发酵的迟滞。在封闭式倒罐时，氧可以加到发酵的葡萄醪中。

发酵最旺盛时，酵母需氧量为4mL/L。在发酵高峰期的两天，氧的添加量通常是每天2mL/L。发酵快结束时不需再加氧。

如果发酵中形成还原味，加氧有助于去除这种气味，而不必进行开放式循环。

二、酒精发酵后、苹果酸－乳酸发酵前

微氧处理主要应用在苹果酸－乳酸发酵前。这一时期，由于SO_2含量低，

单宁更易于氧化。在酒精发酵后使用，有利于酒的快速澄清及过滤，加入氧气也能抑制还原。发酵后添加微量氧气能促使单宁分子聚合，提高色素稳定性，使酒的口味更柔顺、圆润。处理的酒可以带酒脚或不带酒脚，带或不带皮渣。

苹果酸－乳酸发酵前根据酒的情况每月可添加 10～60mg/L 的氧气。苹果酸－乳酸发酵结束后，氧气的添加量应降低至每月 0.5～10mL/L。微氧处理不宜在苹果酸－乳酸发酵期间进行。

三、红葡萄酒陈酿期

酒精发酵结束后，一部分酒进入木桶进行苹果酸－乳酸发酵和陈酿，其余的酒则在不锈钢罐中进行苹果酸－乳酸发酵和微氧陈酿。

葡萄酒陈酿时，利用微氧技术，通过给木桶中加氧而取代倒罐，这对用橡木片或橡木条在不锈钢罐中陈酿的红葡萄酒更为有利。研究发现一般在木桶中陈酿所吸收的平均氧量为每月 2.5mg/L。Rowe 和 Kingsbury（1999 年）建议发酵后微氧用量为每月 0.75～3mg/L。

微氧处理至少在装瓶前两个月结束。如果酒的香气和滋味沉闷，可以快速添加 1mL/L 氧或轻微倒罐来开放和稳定葡萄酒。

如果陈酿时间比较短，则以比较小的氧量进行处理。如果陈酿时间长，可以以很小的处理量结束。

另外，还需要测量溶解氧，以保证加氧量低于消耗的氧量。如果存在生青味，而且温度合适，则可以将充氧量维持在较高水平。如果生青味消失，充氧量可以降低，同时，要考虑其他一些变化，如还原味或氧化味。

四、微氧工艺控制

在微氧处理过程中要定期品尝葡萄酒，以保证充氧量适当。氧含量太高会出现乙醛味，太低又会出现甚至增强还原味。如有可能，应控制溶解氧的水平，检测酒的颜色及浊度。

微氧对细菌的影响尚不确定。Vivas 和 Glories（1995 年）发现当将葡萄酒暴露于空气后，某些葡萄酒的细菌数和挥发酸升高。另外，还要特别关注酒香酵母（*Brettanomyces*）的影响。

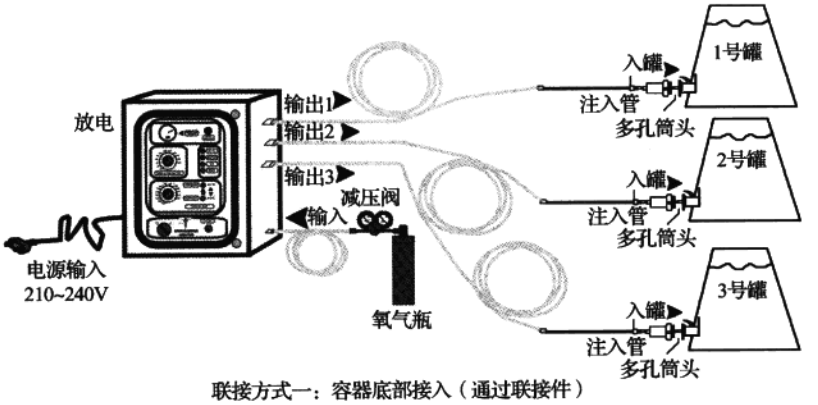
第八节 微 氧 装 置

在法国的一些酒窖，通过在储罐上配备有微机控制的布氧头来进行微氧处理。意大利人发明的可移动式微氧布氧机包括移动机架、流量控制仪表、布氧头，每个布氧机可连 10 个布氧头，根据需要可给多个贮罐供氧，布氧头置于

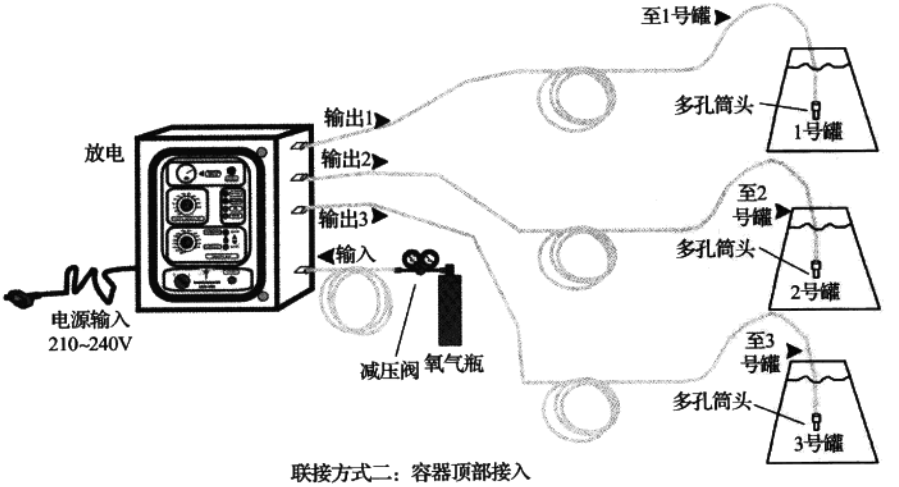
不锈钢贮罐的底部，整机价格 3000 ~ 10000 欧元不等。

微氧陈酿所需的设备包括氧气瓶、校准仪、喷射头及连接氧气瓶的阀门组成的系统。通过校准仪调整进入葡萄酒的氧气量，再通过喷射头送入葡萄酒中，由定时器控制注入预定剂量氧气的间隔周期。氧的添加量通常用 mL/L 或 mg/L 表示，用布氧机供氧时建议氧的添加量控制在每月 0.75 ~ 3mg/L，处理的时间为 4 ~ 8 个月。氧气的添加方式如图 10 - 3 所示。

添加时通过喷射的方式使氧气分散成为微小的气泡以使其便于溶解（如图 10 - 4）。氧气通过陶瓷膜缓慢分散于酒中。这种缓慢、持续的分散使酚类物质消耗氧而不会使酒氧化。可将氧以预先确定的剂量注入葡萄酒中，由此模拟氧对葡萄酒的影响。最好选择食品级氧气，也可以使用医用氧气，但必须是 100% 的纯氧。



联接方式一：容器底部接入（通过联接件）



联接方式二：容器顶部接入



微氧添加系统

图 10－3　氧气的添加方式

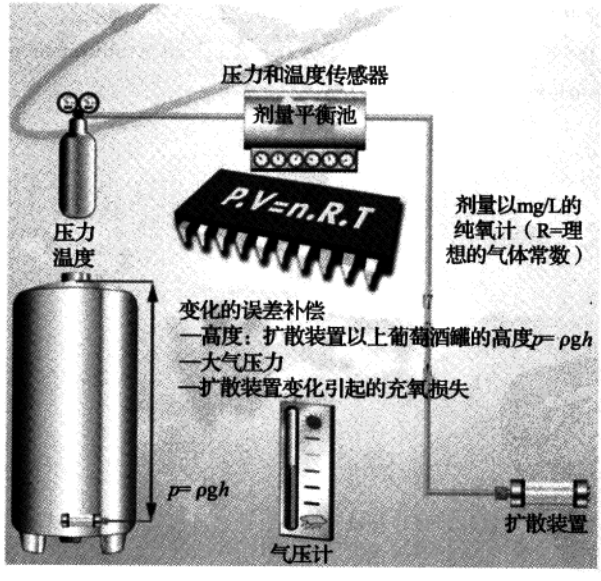


图 10－4　氧气的添加与扩散

参 考 文 献

1. 李华，王华，袁春龙，等. 葡萄酒工艺学. 北京：科学出版社，2007

2. 王恭堂. 白兰地工艺学. 北京：中国轻工业出版社，2002

3. 中国科学院植物研究所. 中国高等植物图鉴. 北京：科学出版社，2002

4. International barrel symposium: Research results and highlights from the 5th, 6th and 7th symposiums. Independent stave company, Inc. 2008

5. Jancis robinson. Oxford Companion to Wine. New York: Oxford University Press, 1994

6. Jacques Puisais. Barrel Making: An art in the service of wine. Printed in France by PPO Graphic, 93500 Pantin. 2000

7. P. Ribereau – Gayon, D. Dubourdieu, B. Doneche, A. Lonvaud. Handbook of Enology Volume 1: The Microbiology of wine and Vinifications. England: John wiley & Son Ltd Baffins Lane, Chichester, 2000

8. P. Ribereau – Gayon, Y. Glories, A. Maujean, D. Dubourdieu. Handbook of Enology Volume 2: The Chemistry of wine stabilization and treatments. England: John wiley & Son Ltd Baffins Lane, Chichester, 2003

9. Veronique Jacon. practical Guide: The barrel selection utilization maintenance. Vigne vin publications internationals, 2003